ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

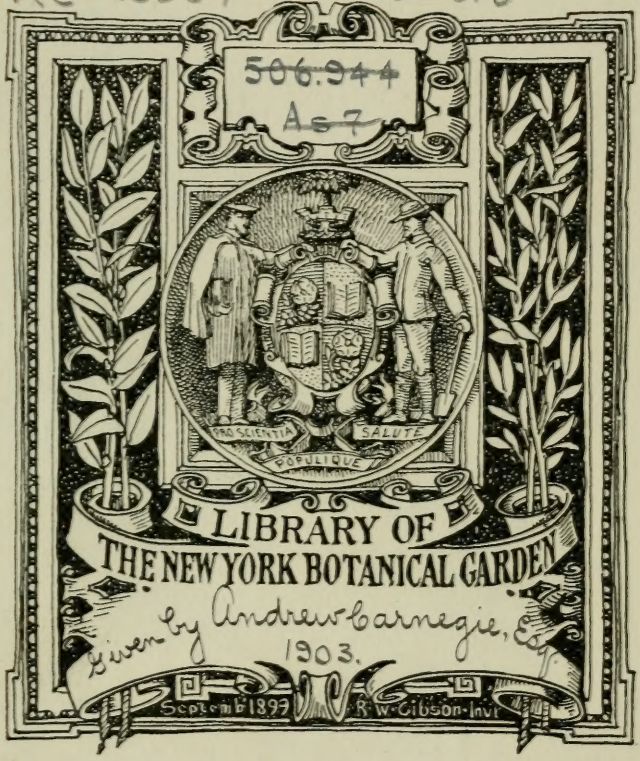
8e SESSION

MONTPELLIER

1879

XC .0507 SES. 8

~~506.944~~
~~A s 7~~



ASSOCIATION

FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

XC
.0507
SES. 8

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Reconnaissance d'utilité publique.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

MINISTÈRE
de
l'Instruction publique
et
DES BEAUX-ARTS

CABINET
—
BUREAU
de l'Enregistrement
général
et des Archives.
—
N° 7970

DÉCRET.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,

Vu le procès-verbal de la séance tenue à Lille, le 27 août 1874, par l'Assemblée générale de l'Association française pour l'avancement des sciences, et la demande formée par cette Société, le 5 décembre 1875, à l'effet d'être reconnue comme établissement d'utilité publique;

Vu les statuts de ladite Société, l'état de sa situation financière et les autres pièces fournies à l'appui de sa demande;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — L'Association française pour l'avancement des sciences est reconnue comme établissement d'utilité publique.

Art. 2. — Les statuts sont approuvés tels qu'ils sont annexés au présent décret.

Aucune modification ne pourra y être apportée sans l'autorisation du gouvernement.

Art. 3. — Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 9 mai 1876.

Signé : Maréchal de Mac-Mahon.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
Signé : Waddington.

Pour ampliation :
Le Chef du Cabinet et du Secrétariat,
Signé : L. de Lasteyrie.

MAY 4 - 1903

Art. 8. — Le capital de l'Association se compose des souscriptions des membres fondateurs, des sommes versées pour le rachat des cotisations, des dons et legs faits à l'Association, à moins d'affectation spéciale de la part des donateurs.

Art. 9. — Les ressources annuelles comprennent les intérêts du capital, le montant des cotisations annuelles, les droits d'admission aux séances et les produits de librairie.

Art. 10. — Chaque année, le capital s'accroît d'une retenue de 10 0/0 au moins sur les cotisations, droits d'entrée et produits de librairie.

TITRE III. — Sessions annuelles.

Art. 11. — Chaque année, l'Association tient, dans l'une des villes de France, une session générale dont la durée est de huit jours : cette ville est désignée par l'Assemblée générale au moins une année à l'avance.

Art. 12. — Dans les sessions annuelles, l'Association, pour ses travaux scientifiques, se répartit en sections, conformément à un tableau arrêté par le Règlement général.

Ces sections forment quatre groupes, savoir :

1° Sciences mathématiques,
2° Sciences physiques et chimiques,
3° Sciences naturelles,
4° Sciences économiques.

Art. 13. — Il est publié chaque année un volume, distribué à tous les membres, contenant :

1° Le compte rendu des séances de la session;

2° Le texte ou l'analyse des travaux provoqués par l'Association, ou des mémoires acceptés par le Conseil.

COMPOSITION DU BUREAU

Art. 14. — Le Bureau de l'Association se compose :

D'un Président,
D'un Vice-Président,
D'un Secrétaire,
D'un Vice-Secrétaire,
D'un Trésorier.

Tous les membres du Bureau sont élus en Assemblée générale.

Art. 15. — Les fonctions de Président et de Secrétaire de l'Association sont annuelles; elles commencent immédiatement après une session et durent jusqu'à la fin de la session suivante.

Art. 16. — Le Vice-Président et le Vice-Secrétaire d'une année deviennent de droit Président et Secrétaire pour l'année suivante.

Art. 17. — Le Président, le Vice-Président, le Secrétaire et le Vice-Secrétaire de chaque année sont pris respectivement dans les quatre groupes de section, et chacun d'eux est pris à tour de rôle dans chaque groupe.

Art. 18. — Le Trésorier est élu par l'Assemblée générale; il est nommé pour quatre ans et rééligible.

Art. 19. — Le Bureau de chaque section se compose d'un Président, d'un Vice-Président, d'un Secrétaire, et au besoin d'un Vice-Secrétaire élu par cette section parmi ses membres.

TITRE IV. — Administration.

Art. 20. — Le siège de l'Administration est à Paris.

Art. 21. — L'Association est administrée gratuitement par un Conseil composé :

1° Du Bureau de l'Association, qui est en même temps le Bureau du Conseil d'administration;

2° Des Présidents de sections ;

3° De trois membres par section, élus à la majorité relative en Assemblée générale, sur la proposition de leurs sections respectives, renouvelables par tiers chaque année.

Art. 22. — Les anciens Présidents de l'Association continuent à faire partie du Conseil.

Art. 23. — Les Secrétaires des sections de la Session précédente sont admis dans le Conseil avec voix consultative.

Art. 24. — Pendant la durée des Sessions, le Conseil siège dans la ville où a lieu la Session.

Art. 25. — Le Conseil d'administration représente l'Association et statue sur toutes les affaires concernant son administration.

Art. 26. — Le Conseil a tout pouvoir pour gérer et administrer les affaires sociales, tant actives que passives. Il encaisse tous les fonds appartenant à l'Association, à quelque titre que ce soit.

Il place les fonds qui constituent le capital de l'Association en rentes sur l'Etat ou en obligations de chemins de fer français, émises par des compagnies auxquelles un minimum d'intérêt est garanti par l'État; il décide l'emploi des fonds disponibles; il surveille l'application à leur destination des fonds votés par l'Assemblée générale, et ordonnance par anticipation, dans l'intervalle des Sessions, les dépenses urgentes, qu'il soumet dans la Session suivante à l'approbation de l'Assemblée générale.

Il décide l'échange ou la vente des valeurs achetées; le transfert des rentes sur l'État, obligations des compagnies de chemins de fer et autres titres nominatifs sont signés par le Trésorier et un des membres du Conseil délégué à cet effet.

Il accepte tous dons et legs faits à la Société; tous les actes y relatifs sont signés par le Trésorier et un des membres délégué.

Art. 27. — Les délibérations relatives à l'acceptation des dons et legs, à des acquisitions, aliénations et échanges d'immeubles sont soumises à l'approbation du gouvernement.

Art. 28. — Le Conseil dresse annuellement le budget des dépenses de l'Association; il communique à l'Assemblée générale le compte détaillé des recettes et dépenses de l'exercice.

tion, moyennant un droit d'admission fixé à 10 francs. Ces personnes peuvent communiquer des travaux aux Sections, mais ne peuvent prendre part aux votes.

Art. 5 *bis*. — Le Président sortant fait de droit partie du Bureau pendant les deux semestres suivants.

Art. 6. — Le Conseil d'administration prépare les modifications réglementaires que peut nécessiter l'exécution des Statuts, et les soumet à la décision de l'Assemblée générale.

Il prend les mesures nécessaires pour organiser les Sessions de concert avec les comités locaux qu'il désigne à cet effet. Il fixe la date de l'ouverture de chaque Session. Il nomme et révoque tous les employés et fixe leur traitement.

Art. 6 *bis*. — Dans le cas de décès, d'incapacité ou de démission d'un ou de plusieurs membres du Bureau, le Conseil procède à leur remplacement.

La proposition de ce ou de ces remplaçants est faite dans une séance convoquée spécialement à cet effet : la nomination a lieu dans une séance convoquée à sept jours d'intervalle.

Art. 7. — Le Conseil délibère à la majorité des membres présents. Les délibérations relatives au placement des fonds, à la vente ou à l'échange des valeurs et aux modifications statutaires ou réglementaires ne sont valables que lorsqu'elles ont été prises en présence du quart au moins des membres du Conseil dûment convoqués. Toutefois, si, après un premier avis, le nombre des membres présents était insuffisant, il serait fait une nouvelle convocation annonçant le motif de la réunion, et la délibération serait valable, quel que fût le nombre des membres présents.

TITRE II. — Attributions du Bureau et du Conseil d'administration.

Art. 8. — Le Bureau de l'Association est en même temps le Bureau du Conseil d'administration.

Art. 9. — Le Conseil se réunit au moins quatre fois dans l'intervalle de deux Sessions. Une séance a lieu en novembre pour la nomination des Commissions permanentes ; une autre séance a lieu pendant la quinzaine de Pâques.

Art. 10. — Le Conseil est convoqué toutes les fois que le Président le juge convenable. Il est convoqué extraordinairement lorsque cinq de ses membres en font la demande au Bureau, et la convocation doit indiquer alors le but de la réunion.

Art. 11. — Les commissions permanentes sont composées des cinq membres du Bureau et d'un certain nombre de membres élus par le Conseil dans sa séance de novembre. Elles restent en fonctions jusqu'à la fin de la Session suivante de l'Association. Elles sont au nombre de quatre :

1° Commission de publication ;
2° Commission de finances ;
3° Commission d'organisation de la Session suivante ;
4° Commission des récompenses et encouragements.

Art. 12. — La Commission de publication se compose du Bureau et de quatre membres élus, auxquels s'adjoint, pour les publications relatives à chaque section, le Président ou le Secrétaire, ou, en leur absence, un des délégués de la section.

Art. 13. — La Commission des finances se compose du Bureau et de quatre membres élus.

Art. 14. — La Commission d'organisation de la Session se compose du Bureau et de quatre membres élus.

Art. 15. — Pendant la durée de la Session, chacune des sections qui n'est pas représentée dans le Bureau par le Vice-Président et le Vice-Secrétaire général, désignera un de ses délégués pour faire partie de la Commission des subventions: ces nominations seront considérées comme non avenues pour les sections qui se trouveraient représentées dans le Bureau par suite de la nomination en Assemblée générale du Vice-Président et du Vice-Secrétaire général de la Session suivante.

Art. 16. — Le Conseil peut en outre désigner des Commissions spéciales pour des objets déterminés.

Art. 17. — Pendant la durée de la Session annuelle, le Conseil tient ses séances dans la ville où a lieu la Session.

TITRE III. — Du Secrétaire du Conseil.

Art. 18. — Le Secrétaire du Conseil reçoit des appointements annuels dont le chiffre est fixé par le Conseil.

Art. 19. — Lorsque la place de Secrétaire du Conseil devient vacante, il est procédé à la nomination d'un nouveau Secrétaire dans une séance précédée d'une convocation spéciale qui doit être faite quinze jours à l'avance.

La nomination est faite à la majorité absolue des votants. Elle n'est valable que lorsqu'elle est faite par un nombre de voix égal au tiers au moins du nombre des membres du Conseil.

Art. 20. — Le Secrétaire du Conseil ne peut être révoqué qu'à la majorité absolue des membres présents, et par un nombre de voix égal au tiers au moins du nombre des membres du Conseil.

Art. 21. — Le Secrétaire du Conseil rédige et fait transcrire sur deux registres distincts les procès-verbaux des séances du Conseil et ceux des Assemblées générales. Il siège dans toutes les commissions permanentes, avec voix consultative. Il peut faire partie des autres commissions. Il a voix consultative dans les discussions du Conseil. Il exécute, sous la direction du Bureau, les décisions du Conseil. Les employés de l'Association sont placés sous ses ordres. Il correspond avec les membres de l'Association, avec les présidents et secrétaires des Comités locaux et avec les secrétaires des sections. Il fait partie de la Commission de publication et la convoque. Il dirige la publication du volume et donne les bons à tirer. Pendant la durée des Sessions, il veille à la distribution des cartes, à la publication des programmes et assure l'exécution des mesures prises par le Comité local concernant les excursions.

3° Le rapport du Trésorier sur la situation financière.

Aucune discussion ne peut avoir lieu dans cette séance.

A la fin de la séance, le Président indique l'heure où les membres se réuniront dans les sections.

Art. 41. — Chaque section élit, pendant la durée d'une Session, son président pour la Session suivante : le président doit être choisi parmi les membres de l'Association.

Art. 42. — Chaque section, dans sa première séance, procède à l'élection de son vice-président et de son secrétaire, toujours choisis parmi ses membres. Elle peut nommer en outre un second secrétaire, si elle le juge convenable. Elle procède aussitôt après à ses travaux scientifiques.

Art. 43. — Les présidents de section se réunissent dans la matinée du second jour, pour fixer les jours et les heures des séances de leurs sections respectives, et pour répartir ces séances de la manière la plus favorable. Ils décident, s'il y a lieu, la fusion de certaines sections voisines.

Les présidents de deux ou plusieurs sections peuvent organiser en outre des séances collectives.

Une section peut tenir, aux heures qui lui conviennent, des séances supplémentaires, à la condition de choisir des heures qui ne soient pas occupées par les excursions générales.

Art. 44. — Pendant la durée de la Session, il ne peut être consacré qu'un seul jour, non compris le dimanche, aux excursions générales. Il ne peut être tenu de séances de sections ni de conférences pendant les heures consacrées à une excursion générale.

Art. 45. — Il peut être organisé une ou plusieurs excursions générales ou spéciales pendant les jours qui suivent la clôture de la Session.

Art. 46. — Les sections ont toute liberté pour organiser les excursions particulières qui intéressent spécialement leurs membres.

Art. 47. — Une liste des membres de l'Association présents au Congrès paraît le lendemain du jour de l'ouverture, par les soins du Bureau. Des listes complémentaires paraissent les jours suivants, s'il y a lieu.

Art. 48. — Il paraît chaque matin un Bulletin indiquant le programme de la journée, les ordres du jour des diverses séances et les travaux des sections de la journée précédente.

Art. 49. — La commission d'organisation peut instituer une ou plusieurs séances générales.

Art. 50. — Il ne peut y avoir de discussion en séance générale. Dans le cas où un membre croirait devoir présenter des observations sur un sujet traité dans une séance générale, il devra en prévenir par écrit le Président, qui désignera l'une des prochaines séances de section pour la discussion.

Art. 51. — A la fin de chaque séance de section, et sur la proposition du Président, la section fixe l'ordre du jour de la prochaine séance, ainsi que l'heure de la réunion.

Art. 52. — Lorsque l'ordre du jour est chargé, le Président peut n'accorder la parole que pour un temps déterminé qui ne peut être moindre de dix minutes. A l'expiration de ce temps, la section est consultée pour savoir si la

parole est maintenue à l'orateur ; dans le cas où il est décidé qu'on passera à l'ordre du jour, l'orateur est prié de donner brièvement ses conclusions.

Art. 53. — Les membres qui ont présenté des travaux au Congrès sont priés de remettre au secrétaire de leur section leur manuscrit ou un résumé de leur travail ; ils sont également priés de fournir une note indicative de la part qu'ils ont prise aux discussions qui se sont produites.

Lorsqu'un travail comportera des figures ou des planches, mention devra en être faite sur le titre du mémoire.

Art. 54. — A la fin de chaque séance, les secrétaires de section remettent au Secrétariat :

1° L'indication des titres des travaux de la séance;

2° L'ordre du jour, la date et l'heure de la séance suivante.

Art. 55. — Les secrétaires de section sont chargés de prévenir les orateurs désignés pour prendre la parole dans chacune des séances.

Art. 56. — Les secrétaires de section doivent rédiger un procès-verbal des séances. Ce procès-verbal doit donner d'une manière sommaire le résumé des travaux présentés et des discussions; il doit être remis au Secrétariat aussitôt que possible, et au plus tard un mois après la clôture de la Session.

Art. 57. — Les secrétaires de section remettent au Secrétaire du Conseil, avec leurs procès-verbaux, les manuscrits qui auraient été fournis par leurs auteurs, avec une liste indicative des manuscrits manquants.

Art. 58. — Les indications relatives aux excursions sont fournies aux membres le plus tôt possible. Les membres qui veulent participer aux excursions sont priés de se faire inscrire à l'avance, afin que l'on puisse prendre des mesures d'après le nombre des assistants.

Art. 59. — Les conférences générales n'ont lieu que le soir, et sous le contrôle d'un président et de deux assesseurs désignés par le Bureau.

Il ne peut être fait plus de deux conférences générales pendant la durée d'une Session.

TITRE VII. — Des comptes rendus.

Art. 60. — Il est publié chaque année un volume contenant : 1° le compte rendu des séances de la Session; 2° le texte ou l'analyse des travaux provoqués par l'Association, ou des mémoires acceptés par le Conseil.

Art. 61. — Le volume doit être publié dix mois au plus tard après la Session à laquelle il se rapporte. Il est expédié aux invités de l'Association.

L'apparition du volume est annoncée à tous les membres par une circulaire qui indique à partir de quelle date il peut être retiré au Secrétariat.

Art. 62. — Les membres qui n'auraient pas remis les manuscrits de leurs communications au secrétaire de leur section, devront les faire parvenir au Secrétariat du Conseil avant le 1er décembre. Passé cette époque, le titre seul du travail figurera dans les comptes rendus, sauf décision spéciale de la commission de publication.

Art. 62 *bis*. — Dix pages au maximum sont accordées à un auteur pour une même question; toutefois pour les travaux d'une importance exception-

nelle, la commission de publication pourra proposer au Conseil d'administration de fixer une étendue plus considérable.

Art. 63. — La Commission de publication peut décider, d'ailleurs, qu'un travail ne figurera pas *in extenso* dans les comptes rendus, mais qu'il en sera donné seulement un extrait que l'auteur sera engagé à fournir dans un délai déterminé. Si, à l'expiration de ce délai, cet extrait n'a pas été fourni au Secrétaire du Conseil, l'extrait du procès-verbal relatif à ce travail sera seul inséré.

Art. 64. — Les discussions insérées dans les comptes rendus sont extraites textuellement des procès-verbaux des secrétaires de section. Les notes fournies par les auteurs pour faciliter la rédaction des procès-verbaux devront être remises dans les vingt-quatre heures.

Art. 65. — La Commission de publication décide quelles seront les planches qui seront jointes au compte rendu, et s'entend à cet effet avec la Commission des finances.

Art. 66. — Aucun travail publié en France avant l'époque du Congrès ne pourra être reproduit dans les comptes rendus : le titre et l'indication bibliographique figureront seuls dans ce volume.

Art. 67. — Les épreuves seront communiquées aux auteurs en placards seulement ; une semaine est accordée pour la correction. Si l'épreuve n'est pas renvoyée à l'expiration de ce délai, les corrections sont faites par les soins du Secrétariat.

Art. 68. — Dans le cas où les frais de corrections et changements indiqués par un auteur dépasseraient la somme de 15 francs par feuille, l'excédent calculé proportionnellement serait porté à son compte.

Art. 69. — Les membres dont les communications ont une étendue qui dépasse une demi-feuille d'impression recevront 15 exemplaires de leur travail extraits des feuilles qui ont servi à la composition du volume.

Art. 70. — Les membres pourront faire exécuter un tirage à part de leurs communications avec pagination spéciale au prix convenu avec l'imprimeur par le Bureau. Les tirages à part porteront la mention : « Extrait des Comptes rendus du Congrès tenu à... par l'*Association française pour l'avancement des Sciences*. » Ils seront distribués aussitôt après la publication des comptes rendus.

LISTE DES MEMBRES

DE

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

(MEMBRES FONDATEURS ET MEMBRES A VIE)

MEMBRES FONDATEURS

PARTS

ABBADIE (D'), Membre de l'Institut, 120, rue du Bac. — Paris. 4
AIMÉ-GIRARD, Professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers, 5, rue du Bellay. — Paris. 1
ALBERTI, Banquier, 11 *bis* boulevard Haussmann. — Paris 1
ALMEIDA (D'), Inspecteur général de l'Instruction publique, 31, rue Bonaparte. — Paris. 1
AMBOIX (D'), Capitaine d'état-major, 69, boulevard Malesherbes. — Paris 1
ANDOUILLÉ (Edmond), Sous-Gouverneur honoraire de la Banque de France, 2, rue du Cirque. — Paris. 2
ANDRÉ (Alfred), Banquier, 49, rue Abbatucci. — Paris 2
ANDRÉ (Édouard), 158, boulevard Haussmann. — Paris. 1
AUBERT (Charles), Licencié en droit, Avoué plaidant. — Rocroi (Ardennes). 1
AUDIBERT, Directeur de la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée (*Décédé*). 2
AYNARD (Ed.), Banquier, 19, rue de Lyon. — Lyon 1
AZAM, Professeur à la faculté de Médecine. — Bordeaux. 1
BAILLE, Répétiteur à l'École polytechnique, 26, rue Oberkampf. — Paris. 1
BAILLON, Professeur à la Faculté de Médecine, 12, rue Cuvier. — Paris. 1
BALARD, Membre de l'Institut (*Décédé*). 1
BAMBERGER, Banquier, 14, rond point des Champs-Élysées. — Paris. 1
BAPTEROSSES (F.), Manufacturier. — Briare (Loiret) 1
BARTHOLONY, Président du Conseil d'administration du chemin de fer d'Orléans, 12, rue La Rochefoucauld. — Paris 1
BÉCHAMP, Doyen de la Faculté de Médecine de l'Université catholique, 8, rue Beauharnais. — Lille. 1
BECKER (Mme), 260, boulevard Saint-Germain. — Paris. 1
BELON, fabricant, avenue de Noailles. — Lyon. 1
BERAL (E.), Ingénieur des Mines, 5, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. 1
BERNARD (Claude), Membre de l'Académie des sciences et de l'Académie française, (*Décédé*). 1
BILLAULT-BILLAUDOT et Cie, Fabricants de produits chimiques, place de la Sorbonne. — Paris. 1
BILLY (DE), Inspecteur général des Mines (*Décédé*). 1
BILLY (Charles DE), Conseiller référendaire à la Cour des Comptes, 14, rue Franklin. — Paris 1
BISCHOFFSHEIM (L.-R.), Banquier (*Décédé*) 1
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis), 34, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. 1
BLOT, Membre de l'Académie de Médecine, 24, avenue de Messine. — Paris. . . . 1
BOCHET (Vincent DU) (*Décédé*) 1
BOISSONNET, Général du Génie, Sénateur, 78, rue de Rennes. — Paris 1
BOIVIN (Émile), 145, rue de Flandre. — Paris. 1
BONDET, Chargé de cours à la Faculté de médecine de Lyon, 2, quai de Retz. — Lyon. 1
BONNEAU, Notaire honoraire. — Marans (Charente-Inférieure). 1

Borie (Victor), Membre de la Société nationale d'agriculture de France, 19, rue Louis-le-Grand. — Paris. 1
Boudet (F.), Membre de l'Académie de Médecine (*Décédé*). 1
Bouillaud, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine, 218, boulevard Saint-Germain. — Paris. 1
Boulé, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 23, rue de La Boétie. — Paris 1
Brandenburg (Albert), Négociant, 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux.. 1
Bréguet, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, 39, quai de l'Horloge. — Paris. 2
Bréguet (Antoine), ancien élève de l'École polytechnique, 39, quai de l'Horloge. — Paris. 1
Breittmayer (Albert), ancien Sous-Directeur des Docks et Entrepôts de Marseille, 8, place de la Préfecture. — Marseille.. 1
Broca (Paul), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, Sénateur, 1, rue des Saints-Pères. — Paris 2
Broet, 52, avenue de Saint-Cloud. — Versailles. 1
Brouzet (Ch.), Ingénieur civil, 5, cours Morand. — Lyon. 1
Burton, Administrateur de la Compagnie des Forges d'Alais, 24, rue Le Peletier. — Paris. 1
Cacheux (Émile), Ingénieur civil des Arts et Manufactures, 25, quai Saint-Michel. — Paris. 1
Cambefort (J.), Banquier, Administrateur des Hospices, 13, rue de Lyon. — Lyon. 1
Camondo (Comte N. de), 31, rue Lafayette. — Paris. 1
Camondo (Comte A. de), 31, rue Lafayette. — Paris. 1
Caperon père. 1
Caperon fils. 1
Carlier (Auguste), Publiciste, 12, rue de Berlin. — Paris. 1
Carnot (Adolphe), Ingénieur des Mines, Professeur à l'Ecole des mines et à l'Institut national agronomique, 15, rue Soufflot. — Paris. 1
Casthelaz (John), Fabricant de produits chimiques, 19, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie. — Paris. 1
Caventou père, Membre de l'Académie de Médecine *(Décédé)*. 1
Caventou fils, Membre de l'Académie de Médecine, 51 *bis*, rue Sainte-Anne. — Paris 1
Cernuschi (Henri), 7, avenue Velasquez. — Paris 1
Chabaud-Latour (de), Général de division du Génie, Sénateur, 41, rue de La Boétie. — Paris. 1
Chabrières-Arlès, Administrateur des Hospices, 12, place Louis XVI. — Lyon. . 1
Chambre de Commerce (la). — Bordeaux. 1
— — — Lyon. 1
— — — Nantes. 1
— — — Marseille 1
Chantre (Ernest), Sous-Directeur du Muséum, 37, cours Morand. — Lyon.. . . 1
Charcot, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, 17, quai Malaquais. — Paris. 1
Chasles, Membre de l'Institut, 3, passage Sainte-Marie-Saint-Germain. — Paris. . 2
Le Chatelier, Inspecteur général des Mines (*Décédé*) 1
Chauveau (A.), Directeur de l'École vétérinaire, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, correspondant de l'Institut, 22, quai des Brotteaux. — Lyon . . 1
Chevalier, Négociant, 50, rue du Jardin-Public. — Bordeaux. 1
Clamageran, Avocat, Conseiller municipal, 57, avenue Marceau. — Paris. 1
Clermont (de), Sous-Directeur du Laboratoire de Chimie à la Sorbonne, 8, boulevard Saint-Michel. — Paris. 1
Cloquet (Jules), Membre de l'Institut, 19, boulevard Malesherbes. — Paris. . . . 1
Collignon (Ed.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, 28, rue des Saints-Pères. — Paris 1
Combal, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. 1
Combes, Inspecteur général des Mines, Directeur de l'École des Mines (*Décédé*).. 1
Compagnie des chemins de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris.. . 5
— — d'Orléans, 1, place Walhubert. — Paris. . . . 5
— — de l'Ouest, 110, rue Saint-Lazare. — Paris. 5
— — de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare. — Paris. 5

Compagnie du Gaz Parisien, rue Condorcet. — Paris. 4
— des Salins du Midi, 84, rue de la Victoire. — Paris. 2
— des Messageries maritimes, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris. 1
— des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Bessèges. —Lyon. 1
— générales des Verreries de la Loire et du Rhône, à Rive-de-Gier (Loire) (M. Hutter, Administrateur délégué). 1
— des Fonderies et Forges de l'Horme, 8, rue Bourbon. — Lyon. . . . 1
— du Gaz de Lyon, rue de Savoie. — Lyon. 1
— de Roche-la-Molière et Firminy. — Lyon. 1
— des Mines de houille de Blanzy (Jules Chagot et Cie), à Montceaux-les-Mines (Saône-et-Loire), 55, boulevard Haussmann. — Paris. 1
Conseil d'administration de la Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 59, rue de la Victoire. — Paris. 1
Conseil d'administration de l'École Monge, 165, boulevard Malesherbes. — Paris. 1
Coppet (de), Chimiste. — Villa Irène, aux Baumettes. — Nice. 1
Cornu, Membre de l'Institut, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 38, rue des Écoles. — Paris. 1
Cosson, Membre de l'Institut et de la Société botanique, 7, rue de la Boëtie. — Paris 1
Courtois de Viçose, petite rue d'Albade. — Toulouse. 1
Courty, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Montpellier. . . 1
Crouan (Fernand), Armateur, 14, rue Héronnière. — Nantes. 1
Daguin, ancien Président du Tribunal de commerce de la Seine, 4, rue Castetlane. — Paris. 1
Dalligny, 5, rue d'Albe. — Paris 1
Davillier, Banquier, 14, rue Roquepine. — Paris. 1
Degousée, Ingénieur civil, 35, rue de Chabrol. — Paris. 1
Delaunay, Ingénieur des Mines, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire. (*Décédé*). 1
Dr Delore, Chirurgien en chef de la Charité, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon, 31, place Bellecour. — Lyon 1
Demarquay, Membre de l'Académie de Médecine. (*Décédé*). 1
Demongeot, Ingénieur des Mines, Maître des requêtes au Conseil d'État. (*Décédé*). 1
Dhotel, Adjoint au maire du 2e arrondissement, 107, boulevard de Sébastopol. — Paris. 1
Dr Diday, ex-Chirurgien en chef de l'Antiquaille, Secrétaire général de la Société de Médecine, rue de Lyon. — Lyon. 1
Dollfus (Mme Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. 1
Dollfus (Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. 1
Dorvault, Directeur de la Pharmacie centrale. (*Décédé*). 1
Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Membre de l'Académie française, 3, rue Saint-Dominique. — Paris 1
Dupouy (E.), Avocat, Conseiller général, Député de la Gironde. — Bordeaux. . . 1
Dupuy de Lôme, Membre de l'Institut, Sénateur, 374, rue Saint-Honoré. — Paris. 1
Dupuy (Paul), Professeur à l'Ecole de Médecine, 78, chemin d'Eysines. — Bordeaux 2
Dupuy (Léon), Professeur au Lycée, 13, rue Vital-Carles. — Bordeaux. 1
Durand-Billion, ancien Architecte. (*Décédé*) 1
Duval (Fernand), Administrateur de la Cie parisienne, 53, rue François Ier. — Paris. 1
Duvergier, Président de la Société Industrielle, 35, rue Saint-Cyr. — Lyon. . . 1
Eichthal (d'), Banquier, Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi, 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. 10
Engel, Relieur, 91, rue du Cherche-Midi. — Paris. 1
Erhardt-Schieble, Graveur, 12, rue Duguay-Trouin. — Paris. 1
Espagny (le comte d'), Trésorier-payeur général du Rhône. (*Décédé*) 1
Faure (Lucien), Président de la Chambre de Commerce. — Bordeaux. 1
Fremy, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum, Professeur au Muséum et à l'École polytechnique, 33, rue Cuvier. — Paris. 1
Friedel, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris 1
Friedel (Mme), née Combes, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris. 1
Frossard (Ch.-L.), 14, rue de Boulogne. — Paris 1

FUMOUZE (Armand), Docteur-médecin-pharmacien, 78, Faubourg-St-Denis. — Paris. 1
GALANTE, Fabricant d'instruments de chirurgie, 2, rue de l'École-de-Médecine. — Paris. 1
GALLINE (P.), Banquier, Président de la Chambre de Commerce, 11, place Bellecour. — Lyon. 1
GARIEL (C.-M.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 39, rue Jouffroy. — Paris. 1
GAUDRY (Albert), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, 7 *bis*, rue des Saints-Pères. — Paris 1
GAUTHIER-VILLARS, Libraire, ancien élève de l'École polytechnique, 55, quai des Augustins. — Paris. 1
GEOFFROY-SAINT-HILAIRE (Albert), Directeur du Jardin d'acclimatation, 50, boulevard Maillot. — Neuilly (Seine). 1
GERMAIN (Henri), Député de l'Ain, Président du Conseil d'administration du Crédit lyonnais, 21, boulevard des Italiens. — Paris. 1
GERMAIN (Philippe), Directeur de l'agence du Comptoir d'escompte de Paris, 33, place Bellecour. — Lyon. 1
GERMER-BAILLIÈRE, Libraire, Conseiller municipal, 108, boul^d St-Germain.—Paris. 1
GILLET fils aîné, Teinturier, 9, quai Serin. — Lyon. 1
Dr GINTRAC père, Correspondant de l'Institut. (*Décédé*) 1
GIRARD (Ch.), Manufacturier, 20, rue des Écoles.— Paris.. 1
GOLDSCHMIDT (Frédéric), Banquier, 22, rue de l'Arcade. — Paris. 1
GOLDSCHMIDT (Léopold), Banquier, 8, rue Murillo. — Paris. 1
GOLDSCHMIDT (S.-H.), 33, boulevard Malesherbes. — Paris. 1
GOUIN (Ernest), Ingénieur, ancien Élève de l'École polytechnique, Régent de la Banque de France, 4, rue Cambacérès. — Paris. 1
GOUNOUILHOU, Imprimeur, 11, rue Guiraude. — Bordeaux. 1
GRUNER, Inspecteur général des Mines, 84, rue d'Assas.— Paris. 1
Dr GUBLER Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine. (*Décédé.*) 1
Dr GUÉRIN (Alphonse), Membre de l'Acad. de Médecine, 17, rue Jean-Goujon. — Paris. 1
GUICHE (marquis DE LA), 16, rue Matignon. — Paris. 1
GUIMET (Émile), Négociant, place de la Miséricorde. — Lyon.. 1
HACHETTE et Cie, Libraires-Éditeurs, 79, boulevard Saint-Germain. — Paris. . . . 1
HADAMARD (David), 14, rue Bleue.— Paris.. 1
HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Ingénieur des Mines, Examinateur d'admission à l'École polytechnique, 8, rue Garancière. — Paris. 1
HAUSSONVILLE (comte D'), Membre de l'Académie française, 109, rue Saint-Dominique. — Paris 1
HECHT (Étienne), Négociant, 19, rue Le Peletier. — Paris. 1
HENTSCH, Banquier, 20, rue Le Peletier. — Paris. 2
HILLEL frères, 31, rue Lafayette. — Paris. 2
HOTTINGUER, Banquier, 38, rue de Provence. — Paris. 1
HOUEL, Ingénieur, 75, avenue des Champs-Élysées. — Paris. 1
HOVELACQUE (Abel), Professeur à l'École d'anthropologie, conseiller municipal, 39, rue de l'Université. — Paris. 1
Dr HUREAU DE VILLENEUVE, 95, rue Lafayette. — Paris.. 1
HUYOT, Ingénieur des Mines, Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 10, rue du Cirque. — Paris. 1
JACQUEMART (Frédéric), 58, Faubourg-Poissonnière. — Paris.. 1
JAMESON (Conrad), Banquier, 38, rue de Provence. — Paris.. 1
JAVAL, Membre de l'Assemblée nationale. (*Décédé*). 1
JOHNSTON (Nathaniel), ancien Député, Pavé des Chartrons.— Bordeaux. 1
Dr JOURDANET, 1, rue de Berri. — Paris.. 1
KANN, Banquier, 58, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris. 1
KŒNIGSWARTER (baron Maximilien DE), ancien Député. (*Décédé*) 1
KŒNIGSWARTER (Antoine), 60, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris. 1
KRANTZ, Sénateur, Inspecteur général des ponts et chaussées, Commissaire général de l'Exposition universelle, 47, rue La Bruyère. — Paris 1
KUHLMANN (Frédéric), Correspondant de l'Institut. — Lille.. 2
KUPPENHEIM (J.), Négociant, membre du Conseil des Hospices de Lyon. (*Décédé*) . 1
Dr LAGNEAU (Gustave), Membre de l'Académie de médecine, 38, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris. 1

LALANDE (Armand), Négociant, 84, quai des Chartrons. — Bordeaux. 1
LAMÉ-FLEURY, Ingénieur en chef des Mines, secrétaire du Conseil général des Mines, 62, rue de Verneuil. — Paris. 1
LAMY (Ernest), 83, rue Taitbout. — Paris. 1
LAN, Ingénieur en chef des Mines, Directeur des Forges de Châtillon et de Commentry, 3, rue du Regard. — Paris. 2
LAPPARENT (DE), Ingénieur des mines, 3, rue de Tilsitt. — Paris. 1
LARREY (le baron), Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Député des Hautes-Pyrénées, 91, rue de Lille. — Paris. 1
LAURENCEL (le comte DE). *(Décédé)*. 1
LAUTH (Ch.), Chimiste, Directeur de la manufacture de Sèvres, 2, rue de Fleurus. — Paris. 1
LECONTE, Ingénieur civil des Mines, 49, rue Laffitte. — Paris 2
LECOQ DE BOISBAUDRAN, Correspondant de l'Institut, Négociant. — Cognac. 1
LE FORT (Léon), Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté, 96, rue de la Victoire. — Paris 1
LE MARCHAND (Augustin), Ingénieur géologue, aux Chartreux. — Petit Quevilly, près Rouen. 1
LESSEPS (Ferdinand DE), Membre de l'Institut, Président-fondateur de la Compagnie universelle du canal maritime de l'Isthme de Suez, 9, rue Richepance. — Paris. 1
LEUDET, Directeur de l'École de médecine de Rouen, 49, boul. Cauchoise. — Rouen. 1
LEVALLOIS (J.), Inspecteur général des Mines en retraite. *(Décédé)*. 1
LÉVY-CRÉMIEUX, Banquier, 34, rue de Châteaudun. — Paris. 1
LOCHE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 10, rue de Berlin. — Paris 1
Dr LORTET, Doyen de la Faculté de Médecine de Lyon, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, 1, quai de la Guillottière. — Lyon. 1
LUGOL, Avocat, 11, rue de Téhéran (parc Monceaux). — Paris. 1
LUTSCHER, Banquier, 43, rue La Bruyère. — Paris 2
LUZE (DE) père, Négociant, rue et château Rivière. — Bordeaux 1
Dr MAGITOT, 8, rue des Saints-Pères. — Paris 1
MANGINI, Sénateur, rue des Archers. — Lyon. 1
MANNBERGER, Banquier, 59, rue de Provence. — Paris. 1
MANNHEIM, Chef d'Escadron d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique, 11, rue de la Pompe. — (Passy) Paris. 1
MANSY (Eugène), Négociant, 24, rue Barrallerie. — Montpellier 1
MARÈS (Henri). — Montpellier.. 1
MARTINET (Émile), Imprimeur, 2, rue et hôtel Mignon. — Paris.. 1
MARVEILLE (DE), château de Calviac-Lassalle (Gard) 1
MASSON (G.), Libraire de l'Académie de Médecine, 120, boulevard St-Germain. — Paris. 1
M. E. (anonyme). *(Décédé)* 1
MÉNIER, Membre de la Chambre de Commerce de Paris, député de Seine-et-Marne, 6, rue d'Enghien. — Paris. 10
MERLE (Henri). *(Décédé)* 1
MEYNARD (J.-J.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, 3, quai Saint-Clair. — Lyon. 1
MIRABAUD, Banquier, 29, rue Taitbout. — Paris. 1
MONOD (Charles), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 12, rue Cambacérès. — Paris. 1
MONY (C.) — Commentry (Allier) 1
MOREL D'ARLEUX (Charles), Notaire, 28, rue de Rivoli. — Paris. 1
Dr NÉLATON, Membre de l'Institut. *(Décédé)* 1
OLLIER, Ex-chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, Correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, 5, quai de la Charité. — Lyon. 1
OPPENHEIM frères, Banquiers, 11, boulevard Haussmann. — Paris. 2
PARMENTIER (le général), Membre du Comité des fortifications, 5, rue du Cirque. — Paris 1
PARRAN, Ingénieur des Mines, Directeur des mines de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 3, rue du Regard. — Paris. 1
PARROT, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 15, quai Malaquais. — Paris. 1
PASTEUR, Membre de l'Institut, 45, rue d'Ulm. — Paris 1
PERDRIGEON, Agent de change, 178, rue Montmartre. — Paris 1

Perrot (Adolphe), Docteur ès sciences, ancien préparateur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris. — Genève (Suisse). 2
Peyre (Jules), Banquier. — Toulouse. 1
Piat (A.), Constructeur mécanicien, 49, rue Saint-Maur. — Paris 1
Piaton, Président du Conseil d'administration des Hospices, 9, rue Ravez. — Lyon. 1
Piccioni (Antoine). — Pino (Corse). 1
Poirrier, Fabricant de produits chimiques. 49, rue Hauteville. — Paris. 2
Polignac (le prince Camille de), 44, rue Miromesnil. — Paris. 1
Potier, Ingénieur des Mines, répétiteur à l'École polytechnique, 1, rue de Boulogne. — Paris 1
Poupinel (Paul), 64, rue de Saintonge. — Paris. 1
Poupinel (Jules), 8, rue Murillo. — Paris. 1
Quatrefages de Bréau (de), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. 1
Récipon (Emile), Propriétaire-Industriel, 47, rue Bassano. — Paris. 1
Reinach, Banquier, 31, rue de Berlin. — Paris. 1
Renouard fils (Alfred), Filateur, 46, rue Alexandre-Leleux. — Lille. 1
Renouvier (Charles), à la Verdette, près le Pontet, par Avignon (Vaucluse). . . . 1
Riaz (Auguste de), Banquier, 10, quai de Retz. — Lyon. 1
Dr Ricord, Membre de l'Académie de Médecine, 6, rue de Tournon. — Paris. . . 1
Riffaut (le général), 10, rue Garancière. — Paris 1
Rigaud, Fabricant de produits chimiques, 8, rue Vivienne. — Paris. 1
Rigaud (Madame), 8, rue Vivienne. — Paris. 1
Risler (Charles), Chimiste, 39, rue de l'Université. — Paris. 1
Rochette (de la), Maître de forges (Hauts-Fourneaux et Fonderies de Givors), 11, cours du Midi. — Lyon. 1
Rolland, Membre de l'Institut, Directeur général des Manufactures de l'État, 66, rue de Rennes. — Paris. 1
Dr Rollet de l'Ysle. — Montmerle-sur-Saône (Ain) 1
Romilly (de), 22, rue Bergère. — Paris 1
Rosiers (des), Propriétaire, 154, boulevard Haussmann. — Paris. 1
Rothschild (le baron Alphonse de), 2, rue Saint-Florentin. — Paris. 1
Dr Roussel (Théophile), Sénateur, Membre de l'Académie de médecine, 64, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. 1
Rouvière (A.), Ingénieur civil et Propriétaire. — Mazamet (Tarn) 1
Saint-Paul de Sainçay, Directeur de la Société de la Vieille-Montagne, 19, rue Richer. — Paris 1
Salet (Georges), Préparateur à la Faculté de Médecine, 120, boulevard Saint-Germain. — Paris. 1
Salleron, Constructeur, 24, rue Pavée (au Marais). — Paris. 1
Salvador (Casimir). (*Décédé*). 1
— 2e souscription. 1
Sauvage, Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. (*Décédé*) . . . 2
Say (Léon), Sénateur, ancien Ministre des Finances, 45, rue La Bruyère. — Paris. 1
Scheurer-Kestner, Sénateur, 84, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris 1
Schrader père, ancien Directeur des classes de la Société philomathique, 20, rue Borie. — Bordeaux 1
Sedillot (C.), Membre de l'Institut, Ex-Médecin Inspecteur général, Directeur de l'École militaire de santé de Strasbourg, 131, boulevard Saint-Michel. — Paris. 1
Serret, Membre de l'Institut, 36, rue Saint-Martin. — Versailles. 1
Seynes (de), Agrégé à la Faculté de Médecine, 63, rue de Varennes. — Paris. . 1
Siébert, 23, rue Paradis-Poissonnière. — Paris 1
Société anonyme des Houillères de Montrambert et de la Béraudière. — Lyon. 1
Société nouvelle des Forges et chantiers de la Méditerranée, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris. 1
Solvay. — Baitsfort-lès-Bruxelles (Belgique). 2
Solvay et Cie, Usine de Varangéville-Dombasle, par Dombasle (Meurthe-et-Moselle) 1
Dr Suchard. — 9, avenue de l'Observatoire à Paris et aux Bains de Lavey. — (Suisse, Vaud). 1
Surell, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, Administrateur du Chemin de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris 1
Talabot (Paul), Directeur général des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 10, rue Saint-Arnaud. — Paris 1

THÉNARD (le baron Paul), Membre de l'Institut, 6, place Saint-Sulpice. — Paris. 1
TISSIÉ-SARRUS, Banquier. — Montpellier. 1
TOURASSE (Pierre-Louis), Propriétaire, Petit-Boulevard. — Pau. 2
— 2e souscription. 1
— 3e souscription 1
— 4e souscription 1
— 5e souscription 1
— 6e souscription 1
TRÉBUCIEN (Ernest), Manufacturier, 25, cours de Vincennes. — Paris 1
VAUTIER (Émile), Ingénieur civil, 46, rue Centrale. — Lyon. 1
VERDET (Gabriel), Président du Tribunal de commerce. — Avignon. 1
VERNES (Félix), Banquier, 29, rue Taitbout. — Paris 1
VERNES D'ARLANDES (Th.), 25, faubourg Saint-Honoré. — Paris 1
VIGNON (J.), 45, rue Malesherbes. — Lyon 1
Dr VOISIN (Auguste), 16, rue Séguier. — Paris 1
WALLACE (sir Richard), 2, rue Laffitte. — Paris 2
WURTZ (Adolphe), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine et à la Faculté des Sciences, 27, rue Saint-Guillaume. — Paris. 1
WURTZ (Théodore), 40, rue de Berlin. — Paris 1

MEMBRES A VIE

ALBERTIN (Joseph), Directeur des Eaux minérales de Saint-Alban, rue de l'Entrepôt. — Roanne (Loiret).
ANONYME, 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
BAILLE (Mme), 26, rue Oberkampf. — Paris.
BARGEAUD (Paul), Percepteur. — Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure).
BARON, Ingénieur de la Marine, rue du Ha. — Bordeaux.
Dr BARROIS (Ch.), Maître de conférences à la Faculté des sciences, 220, rue Solférino. — Lille.
BARROIS (Jules), 37, rue Rousselle, faubourg Saint-Maurice. — Lille.
BAYSELLANCE, Ingénieur de la Marine, Président de la région Sud-Ouest du Club Alpin. — Bordeaux.
BÉLIME (Frédéric), Propriétaire, Conseiller général. — Vitteaux (Côte-d'Or).
BERGERON, Ingénieur civil, 26, rue de Penthièvre. — Paris.
BERGERON (Jules), Ingénieur des Arts et Manufactures, 75, rue Saint-Lazare. — Paris.
BERGERON (Jules), Membre de l'Académie de médecine, 75, rue Saint-Lazare. — Paris.
BERTRAND (J.), Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 9, rue des Saints-Pères. — Paris.
BIBLIOTHÈQUE publique de la ville. — Boulogne-sur-Mer.
BICHON, Constructeur de navires. — Lormont, près Bordeaux.
BLANDIN, Député de la Marne, maire d'Epinay, 93, boulevard Haussmann. — Paris.
BONNEAU (Théodore), Notaire honoraire. — Marans (Charente-Inférieure).
BORDIER (Henri), Bibliothécaire honoraire à la Bibliothèque nationale, 182, rue de Rivoli. — Paris.
BOUCHÉ (Alexandre), 157, boulevard du Montparnasse. — Paris.
Dr BOUTIN (Léon), 18, rue de Hambourg. — Paris.
BRANDENBURG (Mme veuve), 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux.
BRIAU, Directeur des chemins de fer Nantais. — La Madeleine-en-Varades (Loire-Inférieure).
BROCA (Auguste), 1, rue des Saints-Pères. — Paris.
BROCARD, Capitaine du génie. — Grenoble.
BROCHART (Mme Antonine), 18, rue Las-Cases. — Paris.
BROLEMANN (Georges), Administrateur de la Société Générale, 166, boulevard Haussmann. — Paris.
BROLEMANN, Président du Tribunal de commerce, 11, quai Tilsitt. — Lyon.
BRUZON ET Cie (J.), Usine de Portillon (céruse et blanc de zinc). — Portillon près Tours.
BUISSON, Ingénieur civil, rue Saint-Thomas. — Évreux.
CAIX DE SAINT-AYMOUR (vicomte Am. DE), Membre du Conseil général de l'Oise,

de la Société d'anthropologie et de plusieurs Sociétés savantes. — Château d'Ognon, près Barbery (Oise).
Caperon père.
Caperon fils.
Cardeilhac, Négociant, 91, rue de Rivoli. — Paris.
Carpentier (Ernest de). — Crocbarré, commune de Doisnon, par Arcis-sur-Aube.
Dr Carret (Jules), 4, rue des Nonnes. — Chambéry (Savoie).
Cassagne (comte Antoine de), Propriétaire, membre de la Société des Sciences industrielles, Arts et Belles-Lettres de Paris, au château de Saint-Jean-de-Libron, près Béziers (Hérault).
Dr Caubet, Ancien interne des hôpitaux de Paris, Professeur à l'Ecole de médecine, 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse.
Cazalis de Fondouce (Paul-Louis), Secrétaire général de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 18, rue des Étuves. — Montpellier (Hérault).
Cazeneuve, Directeur de l'École de médecine, 26, rue des Ponts-de-Comines. — Lille.
Cazenove (Raoul de), Propriétaire, 8, rue Sala. — Lyon.
Cazottes (A.-M.-J.), Pharmacien. — Millau (Aveyron).
Chabert, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine-et-Oise).
Chaix (A.), Imprimeur, 20, rue Bergère. — Paris.
Chambre des Avoués au Tribunal de première instance. — Bordeaux.
Chambre de Commerce du Havre.
Charcellay, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Dr Chatin (Joannès), Professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie, maître de conférences à la Faculté des sciences, 128, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Dr Chil-y-Naranjo (Grégorio). — Palmas (Grand-Canaria).
Cleveland Abbe, Astronome et Météorologiste, *Army Signal Office*.—Washington (U.S.).
Cloizeaux (des), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 13, rue Monsieur.—Paris.
Clos, Professeur à la Faculté des sciences. — Toulouse.
Clouzet (Ferd.), Conseiller général, cours des Fossés. — Bordeaux.
Cotteau, 36, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Counord (E.), Ingénieur civil, 127, cours du Médoc. — Bordeaux.
Dr Coutagne (Henry), 79, rue de Lyon. — Lyon.
Crapon (Denis). — Pont-Evesque (Isère).
Crespel-Tilloy (Charles), Manufacturier, 14, rue des Fleurs. — Lille.
Crespin (Arthur), Ingénieur mécanicien, 23, avenue Parmentier. — Paris.
Dr Dagrève (E.), Médecin du Lycée et de l'Hôpital. — Tournon (Ardèche).
Dr Dally (Eugène), 5, rue Legendre. — Paris.
Degorce (É.), Pharmacien de 1re classe de la marine. — Cayenne (Guyane française).
Delattre (Carlos), Filateur. — Roubaix.
Delessert (Édouard), 17, rue Raynouard. — Paris-Passy.
Delhomme, Propriétaire du Café Anglais, 13, boulevard des Italiens. — Paris.
Delon (Ernest), Ingénieur civil, 14, rue du Collège. — Montpellier.
Delvaille, Docteur en médecine. — Bayonne.
Dr Demonchy, 1, carrefour de l'Observatoire. — Paris.
Depaul (Henri), avenue Drouet-d'Erlon. — Reims.
Detroyat (Arnaud). — Bayonne.
Deutsch (A.), Négociant-Industriel, 103, rue de Flandre. — Paris.
Dida (A.), Chimiste, 9, rue Popincourt. — Paris.
Dida, fils, 9, rue Popincourt. — Paris.
Doré-Graslin (Edmond), 24, rue Crébillon. — Nantes.
Douvillé, Ingénieur des Mines, 3, rue du Bac. — Paris.
Dr Dransart. — Somain (Nord).
Dr Duboué. — Pau.
Duclaux (É.), Professeur à l'Institut national agronomique, 15, rue Malbranche. — Paris.
Ducrocq (Auguste). — Niort (Deux-Sèvres).
Dufresne, Inspecteur général de l'Université, 73, rue de Morny. — Paris.
Dr Dulac. — Montbrison.
Duplay, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux, 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
Duval, Ingénieur des ponts et chaussées, 8, avenue Saint-François-Xavier. — Paris.
Eichthal (Gustave d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
Eichthal (Eugène d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
Eichthal (Georges d'), 53, rue de Chateaudun. — Paris.

EICHTHAL (Louis D'). — Les Bezards, par Nogent-sur-Vernisson (Loiret).
ELISEN, Ingénieur administrateur de la Compagnie Générale Transatlantique, 21, rue de la Béotie. — Paris.
ESPOUS (le comte Auguste D'). — Montpellier.
EXPERT-BEZANÇON (Ch.), de la maison Bezançon frères et Cie, fabrique de céruse 187, rue du Château-des-Rentiers. — Paris.
FAYE, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Instruction publique, 9, chaussée de la Muette. — Paris.
FIÈRE (Paul), Archéologue, Membre correspondant de la Société de numismatique et d'archéologie. — Voiron (Isère).
Dr FIEUZAL, 93, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
FONTARIVE, Propriétaire. — Linneville, commune de Gien (Loiret).
FOURMENT (le baron DE), — Cercamp-lès-Frévent (Pas-de-Calais).
FOURNIER (Félix), Membre de la Commission des échanges internationaux, au Ministère de l'Instruction publique, 119, rue de l'Université. — Paris.
FOURNIER (A.), Professeur de la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux 1, rue Volney. — Paris.
Dr FROMENTEL (DE). — Gray.
GARIEL (Mme), 39, rue Jouffroy. — Paris.
Dr GAUBE, 23, rue Saint-Isaure. — Paris.
GIARD, Professeur à la Faculté des sciences, 37, rue Colbert. — Lille.
Dr GIBERT, 41, rue Séry. — Havre.
GIRARD, Directeur de la manufacture des tabacs. — Lyon.
GIRAUD (Louis). — Saint-Péray (Ardèche).
GOBIN, Ingénieur en chef du service municipal, 8, place Saint-Jean. — Lyon.
GOUMIN (Félix), Propriétaire, 3, route de Toulouse. — Bordeaux.
GOURNERIE (DE LA), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées 75, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Dr GUÉBHARD (Adrien), Licencié ès-sciences mathématiques et physiques, préparateur de physique à la Faculté de médecine, 45 *bis*, rue Peyronnet. — Neuilly (Seine).
GUÉZARD, Principal clerc de notaire, 16, rue des Écoles. — Paris.
GUIEYSSE, Ingénieur hydrographe de la marine, 42, rue des Écoles. — Paris.
GUY, Négociant, 29, quai Valmy. — Paris.
HÉRON (Guillaume), propriétaire, 2, rue Daleyrac. — Toulouse.
HOEL (J.), Fabricant de lunettes, 26, boulevard Voltaire. — Paris.
HOVELACQUE-GENSE, 2, rue Fléchier.— Paris.
HOVELACQUE-KHNOPFF, 88, rue des Sablons. — Passy-Paris.
HULOT, ancien Directeur de la fabrication des timbres-poste, à la Monnaie, 26, place Vendôme. — Paris.
HUMBERT (G.) 45, rue Malesherbes. — Lyon.
JACKSON (James), Secrétaire de la Société de géographie, 13, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris.
Dr JOBERT, Professeur à la Faculté des sciences. — Dijon.
JONES (Charles), chez M. R.-P. Jones, 14, boulevard Malesherbes. — Paris.
JORDAN (Camille), Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 48, rue de Varennes. — Paris.
Dr JAVAL, 58, rue de Grenelle Saint-Germain. — Paris.
JUNGFLEISCH, Professeur à l'École supérieure de pharmacie, 38, rue des Écoles. — Paris.
KŒCHLIN (Jules), avenue Ruysdaël, 4 (parc Monceaux). — Paris.
KUHLMANN, fils, 4, rue du Maire. — Lille.
LABRUNIE, Négociant, 49, Pavé des Chartrons. — Bordeaux.
LACRETELLE, Ingénieur. — Bois-d'Oingt (Rhône).
LAENNEC, Directeur de l'École de médecine, 13, boulevard Delorme. — Nantes.
LALLIÉ (Alfred), Avocat, 11, avenue Camus. — Nantes.
Dr LANTIER (E.), — Corbigny (Nièvre).
LAROCHE (Félix), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris.
LAROCHE (Mme Félix), 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris.
LATHAM (Lionel), 9, rue Escarpée. — Havre.
LAUSSEDAT (le colonel), Directeur des études à l'École polytechnique, professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers, 23, rue Descartes. — Paris.
LAVALLÉE (Alphonse), Secrétaire général de la Société d'horticulture, 6, rue de Penthièvre. — Paris.

LAVALLEY, Ingénieur, manoir Bois-Tillard. — Pont-L'Evêque.
LEBRET (Paul), 22, rue Caumartin. — Paris.
LECHAT (Charles), maire de Nantes, place Launay. — Nantes.
LE MONNIER, Professeur de botanique à la Faculté des sciences, 5, rue de la Pépinière. — Nancy.
LEPINE, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon. — Lyon.
LESPIAULT, Professeur à la Faculté des sciences, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
LEVASSEUR, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 26, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
LISBONNE, Ingénieur de la Marine, 168, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris.
LONGCHAMPS (G. DE), Professeur de mathématiques spéciales au lycée Charlemagne, 7, rue d'Arcole. — Paris.
LONGHAYE (Aug.), Négociant, 22, rue de Tournai. — Lille.
LORIOL (DE), Ingénieur civil, ancien élève de l'École des Mines, 46, rue Centrale. — Lyon.
LOYER (Henri), Filateur, 394, rue Notre-Dame. — Lille.
MAHYER, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 102, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
MANGIN (A.), Directeur des constructions navales, 42, rue de Berri. — Paris.
MARCHEGAY, Ingénieur civil des Mines, 27, quai Tilsitt. — Lyon.
Dr MARÈS (Paul), 91, boulevard Saint-Michel. — Paris.
MARIGNAC (Charles), Professeur. — Genève (Suisse).
MARJOLIN, Chirurgien des hôpitaux, 16, rue Chaptal. — Paris.
MARTIN (William), chargé d'affaires d'Hawaï, 13, avenue de la Reine-Hortense. — Paris.
Dr MARTIN (DE), Secrétaire général de la Société médicale d'émulation de Montpellier Membre correspondant pour l'Aude de la Société nationale d'agriculture de France. 22, boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
MASURIER (J.), Négociant, 16, rue d'Aumale. — Paris.
MAUREL (Marc), Banquier, Conseiller municipal. — Bordeaux.
MAUREL (Émile), Négociant, 7, rue d'Orléans. — Bordeaux.
MAXWELL-LYTE (F.), Ingénieur chimiste, 6, cité du Retiro, 30, faubourg Saint-Honoré — Paris.
MAZE (l'abbé). — Honfleur (Seine-Inférieure).
MEISSONIER, Fabricant de produits chimiques, 5, rue de Béranger. — Paris.
MERGET, Professeur à la Faculté de médecine. — Bordeaux.
MEUNIER (Mme Hippolyte). (*Décédée*)
Dr MICÉ, Professeur à l'École de Médecine. — Bordeaux.
MILNE-EDWARDS (Alphonse), Professeur de zoologie au Muséum et à l'École de pharmacie, rue Cuvier, au Muséum. — Paris.
MIRABAUD (Paul), 29, rue Taitbout. — Paris.
Dr MONTFORT, Professeur à l'École de médecine, 19, quai Voltaire. — Nantes.
MONT-LOUIS, Imprimeur, 2, rue Barbançon. — Clermont-Ferrand.
MORTILLET (Gabriel DE), attaché au Musée des Antiquités nationales. — Saint-Germain-en-Laye.
Dr NICAS. — Fontainebleau.
NORMAND, Conseiller général de la Loire-Infér., 12, quai des Constructions. — Nantes.
ODIER, Directeur-Adjoint de la Caisse générale des Familles, 4, rue de la Paix. — Paris.
ŒCHSNER DE CONINCK (William), 105, rue de Rennes. — Paris.
Dr PAMARD (A.), Chirurgien en chef des hôpitaux. — Avignon.
PARISE, Professeur à l'École de médecine, 26, place des Bluets. — Lille.
PASSY (Frédéric), Membre de l'Académie des sciences morales et politiques, 8, rue Labordère. — Neuilly (Seine).
PASSY (Paul-Edmond), Licencié ès-lettres, 8, rue Labordère. — Neuilly (Seine).
PENNÈS (J.-A), Produits chimiques et hygiéniques, 2, rue de Latran. — Paris.
PEREIRE (Henry), 32, rue Ville-l'Évêque. — Paris.
PEREIRE (Émile), 89, rue de Pierre-Charron. — Paris.
PEREIRE (Eugène), Administrateur de la Compagnie Générale Transatlantique, 84, boulevard Malesherbes. — Paris.
PEREZ, Professeur à la Faculté des Sciences. — Bordeaux.
PEROT, Graveur, 10, rue de Nesle. — Paris.
PERRET (Michel), 38, avenue Gabriel. — Paris.
PERRICAUD, Cultivateur. — La Balme (Isère).

Dr Perroud, Médecin de l'Hôtel-Dieu, chargé de cours à la Faculté de médecine de Lyon, 6, quai des Célestins. — Lyon.
Philippe (Léon), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 80, rue Taitbout. — Paris.
Piche (Albert), Conseiller de préfecture, 8, rue Montpensier. — Pau.
Dr Pierrou. — Chazay-d'Azergues (Rhône).
Plassiard, Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite, 4, rue Poissonnière. — Lorient (Morbihan).
Pommerol, Avocat, 36, rue des Ecoles. — Paris.
Pommery (Louis), Négociant en vins, rue Vauthier-Le-Noir. — Reims.
Porgès (Charles), Banquier, 2, rue Blanche. — Paris.
Prat, Chimiste, 101, route de Toulouse. — Bordeaux.
Prevet (Ch.), Négociant, 28, rue des Petites-Écuries. — Paris.
Dr Pujos (A.), Médecin de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 58, rue Saint-Sernin. — Bordeaux.
Quatrefages (Mme de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Quatrefages (Léonce de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Raclet (Joannis), Ingénieur civil, 14, quai de la Pêcherie. — Lyon.
Raffard, Ingénieur civil, 16, rue Vivienne. — Paris.
Dr Raingeard, Professeur suppléant à l'École de médecine de plein exercice, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes.
Reille (le baron), Député du Tarn, 10, boulevard de la Tour-Maubourg. — Paris.
Dr Reliquet, 17, boulevard de la Madeleine. — Paris.
Renouard (Mme Alfred), 46, rue Alexandre-Leleux. — Lille.
Rilliet, 8, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Genève (Suisse).
Risler (Eugène), Directeur de l'Institut agronomique, 168, boulevard Haussmann. — Paris.
Robin, Banquier, 38, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
Robin (Ch.), Sénateur, Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, 94, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Roger (Henri), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur agrégé de la Faculté de médecine, 15, boulevard de la Madeleine. — Paris.
Rousselet (L.), Archéologue, 126, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Sabatier (Armand), Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.—Montpellier.
Saint-Martin (Charles de). — Billy-sous-les-Côtes par Vigneulles (Meuse).
Saint-Olive (G.), Banquier, 13, rue de Lyon. — Lyon.
Schlumberger (Charles), Ingénieur des constructions navales, au Ministère de la Marine. — Paris.
Segretain, Commandant du génie, 60, cours d'Aquitaine. — Bordeaux.
Servier (Aristide-Édouard), Ingénieur des arts et manufactures, Directeur de la Compagnie du Gaz de Metz, 21, rue Baudin. — Paris.
Seynes (Léonce de), 58, rue Calade. — Avignon.
Siégler (Ernest), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Bar-le-Duc.
Société académique de la Loire-Inférieure. — Nantes.
Société philomathique de Bordeaux.
Société industrielle d'Amiens. — Amiens.
Société centrale de médecine du Nord. — Lille.
Stengelin, maison Évêque et Cie, 31, rue Puits-Gaillot. — Lyon.
Dr Teillais, place du Cirque. — Nantes.
Dr Teissier, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 16, quai Tilsitt. — Lyon.
Terquem (Alfred), Professeur à la Faculté des sciences, 116, rue Nationale. — Lille.
Thénard (Mme la baronne), 6, place Saint-Sulpice. — Paris.
Dr Thulié, Conseiller municipal, 31, boulevard Beauséjour. — Paris.
Tourtoulon (baron de). — Montpellier
Trélat (Ulysse), Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 18, rue de l'Arcade — Paris.
Turenne (le marquis de), 26, rue de Berri. — Paris.
Dr Vaillant (Léon), Professeur au Muséum, 18, quai Henri IV. — Paris.
Vaney (Emmanuel), Conseiller à la Cour d'appel, 14, rue Duphot. — Paris.
Van Iseghem (Henri), avocat, conseiller général de la Loire-Inférieure, 1, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes.
Vassal (Alexandre). — Montmorency (Seine-et-Oise).
Vautier (Théodore), étudiant, 46, rue Centrale. — Lyon.

VERNEUIL, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine 11, boulevard du Palais. — Paris.
VEYRIN (Émile), 44, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris.
VIEILLARD (Albert), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
VIEILLARD (Charles), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
VIELLARD (Henri), Manufacturier. — Morvillars (Haut-Rhin).
VINCENT (Auguste), Négociant, 6, rue d'Orléans. — Bordeaux.
WILLM, Chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine, 82, boulevard Montparnasse. — Paris.

LISTE GÉNÉRALE DES MEMBRES

DE

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

(*Les noms des membres Fondateurs sont suivis de la lettre* **F** *et ceux des membres à vie de la lettre* **R**. — *Les astérisques indiquent les membres qui ont assisté au Congrès de Montpellier.*)

ABADIE père, Vétérinaire, 5, rue Franklin. — Nantes.
ABBADIE (D'), Membre de l'Institut, 120, rue du Bac. — Paris. — **F**
ABELIN, Propriétaire. — Logis-de-Fragne par Saint-Jean-d'Angely (Charente-Inférieure).
ABRIA, doyen de la Faculté des sciences, quai de Bacalan. — Bordeaux.
ACADÉMIE des Sciences, Belles-Lettres et Arts. — Bordeaux.
ACADÉMIE des Sciences, Arts, Agriculture et Belles-Lettres d'Aix. — Aix-en-Provence.
ADAM (Paul), place Richelieu. — Bordeaux.
ADAM (A.), Directeur de tissage. — Bitschwiller-Thann (Alsace).
*ADHÉMAR (le vicomte P. D'), Propriétaire, 25, Grand'Rue. — Montpellier.
ADOR (E.). Professeur de chimie. — Genève (Suisse).
ADUY (Eugène), Juge au tribunal de commerce. — Perpignan.
AGACHE (Édouard), Manufacturier, 47, boulevard de la Liberté. — Lille.
AGACHE (Edmond), 49, boulevard de la Liberté. — Lille.
AGACHE (Alfred), square de Jussieu. — Lille.
*AGARD (Michel), Directeur de l'Agence de la Compagnie des Salins du Midi, 29, rue Tubaneau. — Marseille.
*Dr AGUILHON (Elie), 19, rue d'Antin. — Paris.
AIMÉ-GIRARD, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, 5, rue du Bellay. — Paris. — **F**
ALANORE, Pharmacien de 1re classe, Président de la Société médicale, Membre de la Société botanique de France. — Clermont-Ferrand.
ALAUZE, Avoué, rue Ferrère. — Bordeaux.
*ALBENAS (baron A. D'), propriétaire, 20, boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
ALBENQUE, Pharmacien. — Rodez (Aveyron).
ALBERTI, Banquier, 11 *bis*, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
ALBERTIN (Michel), Directeur des eaux de Saint-Alban, rue de l'Entrepôt. — Roanne (Loire). — **R**
Dr ALBESPY. — Rodez (Aveyron).
ALCAY (Théodore), rue d'Isly. — Alger.
ALEXANDRE, Pharmacien, 20, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
ALFASSA, 31, rue Lafayette. — Paris.
ALGLAVE (Em.), ancien Directeur de *la Revue scientifique*, Professeur agrégé chargé du Cours de science financière à la Faculté de droit de Paris, Villa de la Réunion, 91, rue du Point-du-Jour. — Paris (Auteuil).

*Alicot (Mme veuve), rue Sainte-Foix. — Montpellier.
Dr Alix, Médecin principal de 1re classe à l'Hôpital militaire. — Toulouse.
Allard (Henri), conseiller municipal, rue Bonne-Louise. — Nantes.
Allard (Emile), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, avenue du Trocadéro. Dépôt des phares. — Paris.
Allezard, Juge d'instruction. — Issoire (Puy-de-Dôme).
*Allien (Justin), Avocat, Conseiller général, place du Sauvage. — Montpellier.
Alluard (E.), Doyen de la Faculté des sciences, Directeur de l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
Almeida (d'), Inspecteur général de l'Instruction publique, 31, rue Bonaparte. — Paris. — F
Alméra (l'abbé Jaime), Docteur es-sciences naturelles, Professeur de géologie au séminaire. — Barcelone (Espagne).
Alpeandery, Membre du Tribunal de commerce, 4, rue de la Licorne. — Alger.
Amboix (d'), Capitaine d'état-major, 69, boulevard Malesherbes. — Paris. — F
Amé (G.), attaché au chemin de fer du Midi, 7, rue Naujac. — Bordeaux.
*Amet (Gustave), Percepteur-receveur. — Nice.
*Amigues (E.), Professeur de mathématiques spéciales au Lycée. — Marseille.
Andouard, Pharmacien, Professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie, 1, rue du Calvaire. — Nantes.
Andouillé (Edmond), Sous-Gouverneur honoraire de la Banque de France, 2, rue du Cirque. — Paris. — F
Andra (Edgard), 168, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
André (Fréd.), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Compiègne (Oise).
André (Charles), Astronome, Professeur à la Faculté des Sciences. — Lyon.
André (Alfred), Banquier, 49, rue de la Boëtie. — Paris. — F
André (Edouard), 158, boulevard Haussmann. — Paris. — F
*Andrieux (Gaston), Entrepreneur de serrurerie, 12, cours des Casernes. — Montpellier.
*Angot (Alfred), Météorologiste titulaire au bureau central météorologique de France, 82, rue de Grenelle. — Paris.
Anonyme, 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — R
*Anterrieu (Emile), Conseiller général, 7, rue Boussairolle. — Montpellier.
*Anthouard, Inspecteur au chemin de fer, 11, faubourg de Lattes. — Montpellier.
*Antoine (Albert), Professeur de mathématiques au Lycée, 7, rue Embouque-d'Or. — Montpellier.
*Apolis (Alexandre), Rentier Propriétaire, 9, rue Friperie. — Montpellier.
*Appell, Professeur à la Faculté des sciences. — Dijon.
Arbaumont (Jules d'), Membre de l'Académie de Dijon, 43, rue Sermaise. — Dijon.
Dr Ariza. — Madrid.
*Dr Arles, 4, rue des Trésoriers de la Bourse. — Montpellier.
*Arlès-Dufour (Alphonse), Propriétaire, Conseiller général. — Hammam R'irra (Province d'Alger).
Arloing, Professeur à l'École vétérinaire. — Lyon.
Armaingaud, Docteur en Médecine, 61, cours de Tourny. — Bordeaux.
Armilhon (L.), Maire d'Ambert, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Ambert (Puy-de-Dôme).
*Arnaud de Fabre (A.), 36, rue Sainte-Catherine. — Avignon.
Arquenbourg (Charles), Ingénieur civil. — Pont-de-Metz, par Amiens.
Aron (Henri), Négociant, 14, rue de Grammont. — Paris.
Aronssohn (P.), Professeur agrégé libre à la Faculté de médecine de Nancy, 130, boulevard Haussmann. — Paris.
Arosa (A.), Membre de la Société de géographie, 42, rue Bassano. — Paris.
Association amicale des anciens élèves de l'Institut du Nord, 83 *bis*, boulevard de la Liberté. — Lille.
*Astre (Charles), Chef des travaux chimiques à l'Ecole de pharmacie, 13, rue Basse. — Montpellier.
Aubergier, Doyen de la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. — Clermont-Ferrand.
Dr Aubert, 33, rue Bourbon. — Lyon.
Aubert (Charles), Licencié en Droit, Avoué plaidant. — Rocroi (Ardennes). — F
Aubin (Émile), Chimiste, 176, rue du Temple. — Paris.
Aubry, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Milhau (Aveyron).
Dr Audé. — Fontenay-le-Comte (Vendée).

AUDENET, Ingénieur en chef de la Compagnie Transatlantique, 4, rue de la Paix. — Paris.
Dr AUDOUY (Henry). — Frossay, canton de Saint-Père-en-Retz (Loire-Inférieure).
*AUDOYNAUD (Alfred) Professeur de sciences physiques à l'École d'agriculture de Montpellier, 25, boulevard de l'Hôpital. — Montpellier.
*AUGÉ (Eugène), 3, rue Leva. — Montpellier.
AUJAY, Docteur en droit, Avocat à la Cour d'appel, 37, rue de Trévise. — Paris.
*Dr AUQUIER (Eugène). — Sommières (Gard).
*AURIOL (Adrien), Elève à l'Institut agronomique, 61, rue Cardinal-Lemoine. — Paris.
*AUZILLION (Eugène), Professeur au Lycée. 18, rue Favre (faubourg du Courreau). — Montpellier.
AVENARD (Alfred), Négociant. — Pouliguen (Loire-Inférieure).
AYNARD (Ed.), Banquier, 19, rue de Lyon. — Lyon. — F
*AZAM, Professeur à la Faculté de Médecine. — Bordeaux. — F
AZAMBRE (F.), Notaire. — Fourmies (Nord).
Dr BACHELOT-VILLENEUVE. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
BACHELU (Louis), Ingénieur civil, 49, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
BACLÉ (Louis), Ingénieur, 143, boulevard Magenta. — Paris.
BACOT, ancien Ingénieur des constructions navales, 47, rue Combes. — Paris.
Dr BAELDE. — Marcq-en-Barœul (Nord).
BAGNAUX (J. DE), Conseiller d'Etat, Directeur du Secrétariat et de la Comptabilité au ministère de l'agriculture et du commerce, 50, rue d'Amsterdam. — Paris.
BAILHACHE, Régisseur de biens, 29, rue de l'Orangerie. — Havre.
Dr BAILLARGER, Membre de l'Académie de Médecine, 8, rue de l'Université. — Paris.
BAILLE, Répétiteur à l'École polytechnique, 26, rue Oberkampf. — Paris. — F
BAILLE (Mme), 26, rue Oberkampf. — Paris. — R
BAILLEHACHE (DE), Ingénieur civil, 100, avenue de Villiers. — Paris.
BAILLIÈRE, Avocat à la Cour d'appel, 19, rue Hautefeuille. — Paris.
*BAILLON, Professeur à la Faculté de Médecine, 12, rue Cuvier. — Paris. — F
BAILLON (Mme H.), 12, rue Cuvier. — Paris.
*BAILLOU (A.), Propriétaire, place Fondaudège. — Bordeaux.
Dr BALAMAN. — Sérignan, près Béziers.
*BALDY (Joseph), Président du Tribunal de commerce, rue des Grenadiers. — Montpellier.
*BALDY (Gabriel), Négociant. — Béziers (Hérault).
*Dr BALESTIER (Émile), 4, rue Lapeyronie. — Montpellier.
*BALESTRIÉ (Louis), Étudiant en médecine, 18, rue du Puits-des-Esquilles. — Montpellier.
BALGUERIE (Edmond), 25, allées de Chartres. — Bordeaux.
BALGUERIE (Raoul), Consul ottoman, 26, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
BALL, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, 3, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
BAMBERGER, Banquier, 14, rond point des Champs-Élysées. — Paris. — F
BAOUR (Abel), Membre de la Chambre de Commerce, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
BAPTEROSSES (F.), Manufacturier. — Briare (Loiret). — F
Dr BARADUC (Léon), Médecin des mines de Saint-Éloi. — Montaigut-en-Combraille, par Saint-Éloi (Puy-de-Dôme).
BARASCUD (Hippolyte), Pharmacien, 57, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Dr BARATIER. — Bellenave (Allier).
BARBE (Charles-David), Externe des hôpitaux, 35, rue Jacob. — Paris.
Dr BARBAT (Antoine). — Charlieu (Loire).
BARBERON, Pharmacien, Fabricant de produits pharmaceutiques. — Montargis (Loiret).
BARBIER (Ernest), Pharmacien, rue des Quatre-Églises. — Nancy.
BARBIER, Peintre, rue Édouard-Larue. — Le Havre.
*BARDOUX, Député du Puy-de-Dôme, rue d'Edimbourg. — Paris.
BARENTON (Armand DE), 80, rue Richelieu. — Paris.
*Dr BARÉTY (Alexandre). — Nice.
BARGE (Henry), Architecte, élève de l'École des Beaux-Arts, maire. — Jeanneyrias (Isère).
BARGEAUD (Paul), Percepteur. — Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure). — R
BARGOIN, Négociant, 27, rue Balainvillers. — Clermont-Ferrand.
BARMONT (DE), 2, rue de Salorges. — Nantes.
BARON, Ingénieur de la Marine, rue du Ha. — Bordeaux. — R
*BARRAL (J.-A.), Secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture de France, 66, rue de Rennes. — Paris.

BARRAUD, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Milhau (Aveyron).
BARROIS (Th.), Filateur, 35, rue de Launoy. — Fives-Lille.
Dr BARROIS (Ch.), Maître des conférences à la Faculté des sciences, 220, rue Solférino. — Lille. — **R**
BARROIS (Th.) fils, Licencié ès-sciences, 35, rue de Launoy. — Fives-Lille.
BARROIS (Jules), 37, rue Rousselle, faubourg Saint-Maurice. — Lille. — **R**
BARTHÈS (Antonin), Propriétaire. — Maraussan près Béziers.
BARTHOLONY, Président du Conseil d'administration du chemin de fer d'Orléans, 12, rue La Rochefoucauld. — Paris. — **F**
BASSET (Charles), Négociant, cours Richard. — La Rochelle.
Dr BASSET, Médecin inspecteur des eaux de Royat, 2, cité Trévise. — Paris.
BASSET (Henri), Étudiant en médecine, 2, cité Trévise. — Paris.
BASSOT, Capitaine d'état-major, 15, rue Tronchet. — Paris.
BASTIDE (Étienne), Pharmacien, 4, rue de la Citadelle. — Béziers.
BASTIDE (Henri), Pharmacien, 27, place Francheville. — Périgueux.
*BASTIDE (Jacques), Pasteur. — Saint-Pargoire (Hérault).
*BASTIDE (Scévola), Propriétaire et Négociant, rue Clos-René. — Montpellier.
BATAILLARD, Archiviste à la Faculté de médecine de Paris, 6, rue Cassini. — Paris.
BATILLIAT (Sisoï), Pharmacien, 25, rue Pont-Laguiche. — Mâcon.
BATTANDIER, Professeur à l'École de médecine d'Alger, hôpital civil, Mustapha. — Alger.
Dr BATTAREL, Médecin de l'hôpital civil, 69, rue de Constantine, Mustapha. — Alger.
BAUD, Conseiller municipal, 6, rue Saint-Louis. — Clermont-Ferrand.
Dr BAUDET. — Cadillac, par Cérons (Gironde).
BAUDET (Cloris), 90, rue Saint-Victor. — Paris.
BAUDOIN (Édouard), Négociant, 28, place Notre-Dame. — Étampes.
BAUDOUIN, Marchand de fer. — Pons (Charente-Inférieure).
BAUDRIMONT père, Professeur à la Faculté des sciences. — Bordeaux.
Dr BAUDRIMONT fils. — Bordeaux.
BAUMEVIELLE (Aristide), 4, rue de l'Échiquier. — Paris.
BAUMGARTNER, Ingénieur des Ponts et Chaussées, rue de la Verrerie. — Bordeaux.
BAUMHAUER (E.-M. DE), Secrétaire perpétuel de la Société néerlandaise des Sciences. — Harlem (Pays-Bas).
BAUVIN, Licencié en droit, Grande-Place. — Arras (Pas-de-Calais).
BAYARD, Pharmacien, ancien interne des hôpitaux de Paris, Secrétaire de la Société des pharmaciens de Seine-et-Marne. — Fontainebleau.
BAYARD (H.), Ancien élève de l'École polytechnique, 8, rue de Bagneux. — Paris.
BAYSELLANCE, Ingénieur de la Marine, Président de la région sud-ouest du club Alpin. — Bordeaux. — **R**
BAZAINE, Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite, 94, rue d'Amsterdam. — Paris.
BAZAINE (Achille), Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique, 60, rue des Sablons. — Paris-Passy.
BAZAINE (Mme Achille), 60, rue des Sablons. — Paris-Passy.
*BAZILLE (Louis), Négociant, 27, cours des Casernes. — Montpellier.
*BAZILLE (Gaston), Sénateur, Grand'rue. — Montpellier.
*BAZILLE (Marc), Grand'rue. — Montpellier.
BEAUDIN (Léon), Architecte, 8, rue Plantey. — Bordeaux.
Dr BEAUREGARD (Henri), 128, rue de la Glacière. — Paris.
BEAUSSOBRE (Paul DE). — Clairac (Lot-et-Garonne).
BEAUVAIS (Maurice). — Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure).
*Dr BÉCHAMP (Joseph), Professeur de chimie à la Faculté de médecine de l'Université catholique, 8, rue Beauharnais. — Lille.
BÉCHAMP, Doyen de la Faculté de Médecine de l'Université catholique, 8, rue Beauharnais. — Lille. — **F**
BECHI (E.), Professeur à l'Institut technique. — Florence (Italie).
BECKER (Mme), 260, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **F**
BÉCLARD, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 65, boulevard Saint-Michel. — Paris.
BEDOREZ, Professeur de physique au Lycée du Mans, 60, rue de Flore. — Le Mans.
BEER (Guillaume), 88, rue des Mathurins. — Paris.
BÉGUYER DE CHANCOURTOIS, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur de géologie à l'École des Mines, 10, rue de l'Université. — Paris.
BEIGBEDER (D.), ancien Ingénieur des manufactures de l'État, 13, rue d'Arcet. — Paris.
BÉLIME (Frédéric), Propriétaire, Conseiller général. — Vitteaux (Côte-d'Or). — **R**

Belaigne de Bughas, Consul de France. — Newcastle (Angleterre).
Bell (Edouard-Théodore), Négociant. — New-York (U. S.). — **F**
Bellier, Ingénieur civil, 101, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Belloc, Ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique. — L'Isle-sur-le-Serein (Yonne).
Bellot, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 11, place de l'Hôtel-de-Ville — Havre.
Bellot (Arsène-Henri), 71, rue des Saints-Pères. — Paris.
Belon, fabricant, avenue de Noailles. — Lyon. — **F**
*Belugou (David), Pharmacien, 22, rue Saint-Roch. — Montpellier.
Dr Benoit, Docteur ès-sciences, Ingénieur civil, Adjoint au bureau international des poids et mesures. — Pavillon de Breteuil par Saint-Cloud (Seine-et-Oise).
Benoit (Léon). — Le Croisic (Loire-Inférieure).
*Benoit (J.), Professeur à la Faculté de médecine, plan du Palais. — Montpellier.
Beral (E.), Ingénieur des Mines, Conseiller d'Etat, 5, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **F**
*Bérard (Raoul), Avocat, 4, rue Embouque-d'Or. — Montpellier.
*Dr Berchon, Médecin principal de 1re classe de la Marine, Directeur du service sanitaire de la Gironde. — Pauillac (Gironde).
*Berchon (Mme). — Pauillac (Gironde).
*Berchon (Mlle Hélène). — Pauillac (Gironde).
Berdellé (Charles), Ancien garde général des forêts. — Rioz (Haute-Saône). — **F**
Berdoly (H.), Avocat. — Château d'Uhuart-Mixe, près Saint-Palais (Basses-Pyrénées).
Berge, Avocat, 20, rue Malher. — Paris.
*Bergeron, Ingénieur civil, 26, rue de Penthièvre. — Paris. — **R**
*Bergeron (Jules), Ingénieur des arts et manufactures, 75, rue Saint-Lazare. — Paris. — **R**
*Bergeron (Jules), Membre de l'Académie de Médecine, 75, rue Saint-Lazare. — Paris. — **R**
Dr Bergeron (Albert), 34, rue du Bac. — Paris.
Bergis-Dounous (Em.), 17, rue Villebourbon. — Montauban.
Bergis (Léonce), Propriétaire. — Pech Bétou par Molières (Tarn-et-Garonne).
Bernard (Rémy), Conseiller municipal, boulevard Saint-Aignan. — Nantes.
Bernard, Contrôleur des Contributions directes, 5, rue de l'Escale. — La Rochelle.
Bernard (Auguste), Percepteur des Contributions directes. — Saint-Martin-de-Ré.
Dr Bernard, 2, quai Saint-Pierre. — Cannes.
Bernat (Emmanuel-Jean), Avocat. — Marseille.
Berne, Chargé de cours à la Faculté de Médecine de Lyon, 14, rue Saint-Joseph. — Lyon.
Berne, Interne des hôpitaux de Paris, 3, rue de Cluny. — Paris.
Berrens, Manufacturier. — Barcelone.
Bertèche (G.). — Saint-Amand-les-Eaux (Nord).
Berthaut, Professeur, 19, rue Jouffroy. — Paris (Batignolles).
Berthier (Camille), Ingénieur civil. — La Ferté-Saint-Aubin (Loiret).
Berthon (Auguste), 2, rue de la Paix. — Paris.
Dr Bertillon. — Chef de la Statistique municipale, 18, rue des Saints-Pères. — Paris.
Bertillon (Jacques), Publiciste. — 33, rue des Feuillantines. — Paris.
Dr Bertin (Georges), Professeur suppléant à l'École de médecine, 2, rue Franklin. — Nantes.
*Bertin-Sans (Emile), Professeur à la Faculté de médecine, 3, rue de la Merci. — Montpellier.
Bertrand (J.), Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 9, rue des Saints-Pères. — Paris. — **R**
Besselièvre (Ch.), Manufacturier, Conseiller général de la Seine-Inférieure. — Maromme, près Rouen.
*Bessière (Gustave), Étudiant. — Nîmes.
*Besson (André), Aumônier au Lycée. — Montpellier.
Bethmann (Édouard de), 5, rue de la Verrerie. — Bordeaux.
Bethouard (Émile), Receveur des Domaines. — Doullens (Somme).
Beurier, Inspecteur d'Académie. — Arras.
Beylot, Vice-Président du Tribunal civil. — Bordeaux.
Bézineau, 71, rue du Bengale. — Talence, près Bordeaux.
Bibliothèque de l'École Fénelon, 23, rue Malesherbes. — Paris.
Bibliothèque de l'École régimentaire du génie. — Grenoble.
Bibliothèque publique de la ville. — Boulogne-sur-Mer. — **R**

Bichon, Constructeur de navires. — Lormont, près Bordeaux. — **R**
Bidault (Alfred), 14, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Dr Biermont (de), 10, rue Marengo. — Bordeaux.
Bignon (Jean), Ingénieur des Arts et Manufactures, 1, rue Le Peletier. — Paris.
Bigouroux (A.), Capitaine au long cours, 44, rue Traversière. — Bordeaux.
Billault-Billaudot et Cie, Fabricants de produits chimiques, place de la Sorbonne. — Paris. — **F**
Billing (M. le baron Robert de), du Ministère des affaires étrangères, 24, avenue des Champs-Elysées. — Paris.
Billing (Mme la baronne de), 24, avenue des Champs-Elysées. — Paris.
Dr Billon, Maire. — Loos (Nord).
Billy (Charles de), Conseiller référendaire à la Cour des Comptes, 14, rue Franklin. — Paris. — **F**
Billy (Alfred de), Inspecteur des Finances, 2, rue Corvetto. — Paris.
*Bimar (Auguste), rue Édouard-Adam. — Montpellier.
*Bimar, Professeur agrégé à la Faculté de médecine. — Montpellier.
Binet, Maison Perquer. — Sainte-Adresse (Havre).
Biochet, Notaire. — Caudebec (Seine-Inférieure).
Bischoffsheim (Raphaël-Louis), 34, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **F**
Blamires (Thomas), Manufacturier. — Leeds Road, Hudderstield (Angleterre).
Blanchard, Préparateur du cours de physiologie à la Sorbonne, Répétiteur à l'Institut national agronomique, 52, rue Monge. — Paris.
Dr Blanchet. — Villa d'Alsace. — Vichy-les-Bains (Allier).
Blandin, Député de la Marne, Maire d'Epernay, 93, boulevard Haussmann. — Paris. — **R**
Blandin, Ingénieur, manufacturier. — Nevers.
Blavet, Négociant, Président de la Société d'horticulture de l'arrondissement d'Étampes, 10, 12 et 14, rue de la Juiverie. — Étampes (Seine-et-Oise).
*Blavy (Alfred), Avoué, 4, rue Barralerie. — Montpellier.
Bleszynski (Félicien), Ancien officier d'artillerie, 21, rue Mogador. — Havre.
Bleynie (Franç.-Emile), Pasteur de l'Église réformée, 37, rue Blatin. — Clermont-Ferrand.
*Bloc, Chef de clinique à la Faculté de médecine. — Montpellier.
Blot, Membre de l'Académie de médecine, 24, avenue de Messine. — Paris. — **F**
Blot (Alfred), Directeur du Journal *l'Instruction publique*, 42, rue du Cherche-Midi. — Paris.
*Blouquier (Charles), rue Salle-l'Évêque. — Montpellier.
Boas-Boasson (J.), Chimiste, 28, rue de Lyon. — Lyon.
Bobierre, Directeur de l'École supérieure des Sciences, 12, rue Voltaire. — Nantes.
Boca (Alcide), ancien Membre de la Chambre de commerce. — Valenciennes.
Boca (Léon). — Valenciennes.
Boca (Paul), ancien élève de l'École polytechnique, 1, place du Théâtre-Français. — Paris.
Dr Bogros. — Latour-d'Auvergne (Puy-de-Dôme).
Boire, Ingénieur civil, 143, rue Beauharnais. — Lille.
Bois (Georges-Francisque), Avocat, 43, avenue de l'Observatoire. — Paris.
*Boissay père, Publiciste, 71, rue de Grenelle. — Paris.
*Boissellier, Agent administratif de la Marine. — Rochefort (Charente-Inférieure).
Boissonnet, Général du Génie, Sénateur, 78, rue de Rennes. — Paris. — **F**
Boistel (G.), Ingénieur civil, 8, rue Picot (avenue du bois de Boulogne). — Paris.
*Boiteau (Pierre), Vétérinaire délégué de l'Académie. — Villegouge par Lugon (Gironde).
Boivin (Emile), 145, rue de Flandre. — Paris. — **F**
Dr Bommy (J.-B.-Marie-Ferdinand de). — Neuchâtel-en-Bray.
Bondet, Chargé de cours à la Faculté de médecine de Lyon, 2, quai de Retz. — Lyon. — **F**
Dr Bonnafond, ancien Médecin principal de l'armée, 3, rue Mogador. — Paris.
Dr Bonnal. — Arcachon.
Bonneau (Théodore), Notaire honoraire. — Marans (Charente-Inférieure). — **F**
Bonnet, Teinturier, 6, rue Bugeaud. — Lyon.
*Bonnet (Mme Léontine). — Le Puy-en-Velay.
Bonnet (Noël), 7, rue de Ponthieu. — Paris.
Bonnet (Maurice), Avocat à la Cour d'appel, 18, rue du Vieux-Colombier. — Paris.
*Bonnet (Antoine), Directeur de l'École primaire supérieure de Lyon. — Lyon.
Bonte (Ad.), Négociant, 25, boulevard de la Liberté. — Lille.

Bontems (Georges), Ingénieur civil, 11, rue de Lille. — Paris.
Bonzom, Pharmacien. — Monein (Basses-Pyrénées).
Bonzom, Vétérinaire, 11, rue Bab-Azoun. — Alger.
Boquien, Chef d'escadron d'artillerie en retraite, 19, rue du Calvaire. — Nantes.
Boquien (Victor), Avocat, Conseiller général, 4, rue Cambronne. — Nantes.
Bordage (Onésime), Pasteur de l'Église réformée. — Saujon (Charente-Inférieure).
Bordier (Henri), Bibliothécaire honoraire à la Bibliothèque nationale, 182, rue de Rivoli. — Paris. — **R**
Dr Bordier, 28, rue Washington. — Paris.
Bordet (Adrien), Avocat défenseur, 4, rue Neuve-du-Divan. — Alger.
Bordo (Louis), Médecin de colonisation. — Chéragas (province d'Alger).
*Bordone (Jean), Préparateur à l'École de médecine. — Montpellier.
Borel, 5, quai des Brotteaux. — Lyon.
Borelli (le vicomte de), premier Secrétaire d'ambassade à Athènes, 41, rue de l'Université. — Paris.
Borély, 28, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
*Borély (Charles de), Notaire, 14, rue Saint-Firmin. — Montpellier.
Borie (Victor), Membre de la Société nationale d'agriculture de France, 19, rue Louis-le-Grand. — Paris. — **F**
*Bories (A.), Pharmacien en chef de l'hôpital Saint-Eloi. — Montpellier.
Dr Boucaumont. — Royat (Puy-de-Dôme).
Bouchard, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, 174, rue de Rivoli. — Paris.
Bouchard, 45, rue Laffite. — Paris.
Bouchard (Mme), 45, rue Laffitte. — Paris.
Bouché (Alexandre), 157, boulevard Montparnasse. — Paris. — **R**
Boucher, Agent voyer. — Argenteuil (Seine-et-Oise).
*Boucherie, Professeur à la Faculté des lettres, Villa Savine. — Montpellier.
Dr Boucheron, 4, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Boude (Paul), Raffineur de soufre, 52, rue Saint-Ferréol. — Marseille.
Boude (Frédéric), Raffineur de soufre, 52, rue Saint-Ferréol. — Marseille.
Boudet de Bardon, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Riom.
Bouillaud, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine, 218, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **F**
*Dr Bouillet. — Béziers (Hérault).
Dr Bouilly, ancien Interne des hôpitaux, Aide d'anatomie à la Faculté de Médecine de Paris, 22, quai de Béthune. — Paris.
*Bouissin (Léon), Ancien conseiller général de l'Hérault, 46, rue du Faubourg-Poissonnière. — Paris.
Boulé, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 23, rue de la Boëtie. — Paris. — **F**
Dr Bouley, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Écoles vétérinaires, professeur au Muséum, 81, rue des Saints-Pères. — Paris.
Boulland, 58, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Boulouk Bachi (Ali), Médecin de colonisation. — Fondouck (province d'Alger).
Bouquet, Membre de l'Institut, 22, rue Soufflot. — Paris.
*Bouquet de la Grye, Ingénieur hydrographe de la Marine, 104, rue du Bac. — Paris.
*Bourdel (A.), Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 35, rue Aiguillerie. — Montpellier.
Bourdelles, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Lorient.
Bourdil, Ingénieur des Arts et Manufactures, 13, boulevard Haussmann. — Paris.
Bourdon (C.), 87, boulevard Voltaire. — Paris.
Dr Bourgeois, 12, boulevard Poissonnière. — Paris.
Bourgette (Léon), Courtier, 6, place Royale. — Nantes.
*Bourguet, Chirurgien en chef de l'hôpital d'Aix, membre correspondant de la Société de chirurgie. — Aix (Bouches-du-Rhône).
Bouriaud, Défenseur, 34, rue Duquesne. — Alger.
Dr Bourlier (Charles), Professeur à l'École de médecine. — Alger.
Dr Bourlier (A.), Professeur suppléant à l'École de Médecine, 6, boulevard de la République. — Alger.
Dr Bourneville, Conseiller municipal, 6, rue des Écoles. — Paris.
Bourrier (Joseph), Etudiant en droit. — Riom (Puy-de-Dôme).
Dr Boursier, 1, rue Ausone. — Bordeaux.
Dr Bourus, rue de l'Hôpital. — Mont-de-Marsan.
*Bouscaren (Alfred), Propriétaire, 21, boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier.

Boussuge (V.), Avocat, 1, rue Soufflot. — Lyon.
Boutet, Propriétaire. — Sainte-Hermine (Vendée).
Boutillier, Ingénieur en chef de la Compagnie du Midi, 134, boulevard Haussmann. — Paris.
*Dr Boutin (Léon), 18, rue de Hambourg. — Paris. — R
Boutmy, Maître de forges, Conseiller général des Ardennes. — Messempré, par Carignan.
*Bouvet, 51, rue de la Bourse. — Lyon.
Bouvet (Auguste), Ingénieur, 17, rue Fontaine-au-Roi. — Paris.
Bouvier, Pharmacien, 11, place Dauphine. — Bordeaux.
*Bouvier (Marius), Ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Avignon.
*Dr Boy. — Foix (Ariège).
*Boyé (Joseph), Interne à l'Hôpital général. — Montpellier.
Boyenval, Ingénieur des manufactures de l'État, à la manufacture des Tabacs. Lyon.
Boyer (François). —Volvic (Puy-de-Dôme).
Boyer, Pharmacien de 1re classe. — Espalion (Aveyron).
Dr Boymier. — Sainte-Foy (Gironde).
Dr Brachet. — Aix-les-Bains.
Bradley (John-Th.), Chimiste. — Huddersfield (Angleterre).
Dr Brame (Ch.), Professeur de chimie à l'École de médecine. — Tours.
Brandenburg (Albert), Négociant, 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux. — F
Brandenburg (Mme veuve), 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux. — R
Dr Brandza, Professeur à l'Université. — Bucharest (Roumanie).
Brandza (Mme). — Bucharest (Roumanie).
Bravais (Raoul), Chimiste, 1, rue des Couronnes. — Asnières (Seine).
*Brau de Saint-Pol-Lias, Directeur de la Société des colons explorateurs, au Consulat de France. — Batavia (Indes Néerlandaises).
Brault, Lieutenant de vaisseau, 13, rue de l'Université. — Paris.
Dr Breen (James), 2, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
Bréguet, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, 39, quai de l'Horloge. — Paris. — F
Bréguet (Antoine), ancien élève de l'Ecole polytechnique, Directeur de la *Revue scientifique*, 5, rue de Savoie. — Paris. — F
*Breittmayer (Albert), ancien Sous-Directeur des Docks et Entrepôts de Marseille, 8, place de la Préfecture. — Marseille. — F
Dr Bremont (J.-J.-L.), 13, faubourg Montmartre. — Paris.
Brès (A.), Pharmacien honoraire, ancien Maire. — Riez (Basses-Alpes).
Bressant, 6, rue de Vanves. — Paris.
*Bresson, Sous-intendant militaire, 27, rue Maguelonne. — Montpellier.
Breton (Paul), Étudiant en pharmacie, 8, rue Favart. — Paris.
*Breul (Charles), Avocat à la cour d'appel, 40, rue des Écoles. — Paris.
Brezol (Charles), Industriel. — Mohon (Ardennes).
Briau, Directeur des chemins de fer Nantais. — La Madeleine-en-Varades (Loire-Inférieure). — R
Bricard, Ingénieur, Secrétaire général de la Compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée, 9, rue Picpus. — Havre.
*Bricka (Adolphe), Négociant 13, rue Maguelonne. — Montpellier.
*Bricka (Scipion) fils, 13, rue Maguelonne. — Montpellier.
Brissaud, Professeur d'histoire au lycée Charlemagne, 6, boulevard St-Michel. — Paris.
Dr Brisson. — Averton, commune de Montils (Charente-Inférieure).
Brissonneau, Industriel, Adjoint au maire, 86, quai de la Fosse. — Nantes.
Brivet, Ex-ingénieur de la Société anonyme de produits chimiques, établissements Malétra, 70, avenue Pereire. — Asnières (Seine).
Brylinski (Mathieu), Négociant, 2, cité Bergère. — Paris.
*Broca (Auguste), 1, rue des Saints-Pères. — Paris. — R
*Broca (Mme), 1, rue des Saints-Pères. — Paris.
*Broca (Paul), Sénateur, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 1, rue des Saints-Pères. — Paris. — F
*Broca (Émile), Licencié en droit, 37, rue de Lille. — Paris.
Broca (de), Capitaine de port, rue de l'Ermitage. — Nantes.
Brocard, Capitaine du génie. — Grenoble. — R.
Dr Broch (C.-J.), ancien Ministre, correspondant de l'Institut. — Christiania (Norvège).

Brochart (Mme Antonine), 1, rue Las-Cases. — Paris. — **R**.
Brœmer (Gustave), Chimiste, 9, quai Serin. — Lyon.
Broet, 52, avenue de Saint-Cloud. — Versailles. — **F**
Broglie (duc de), Sénateur, 10, rue de Solférino. — Paris.
Brolemann (Georges), Administrateur de la Société Générale, 166, boulevard Haussmann. — Paris. — **R**
Brolemann, Président du Tribunal de commerce, 11, quai Tilsitt. — Lyon. — **R**
*Bromac (Albert de), Directeur des mines de Neffies. — Neffies par Roujan (Hérault).
Brongniart (Charles), au Muséum d'histoire naturelle, 57, rue Cuvier. — Paris.
Brostrom, Négociant. — Le Havre.
Brouardel, Professeur à la Faculté de médecine, 6, rue Bonaparte. — Paris.
*Brousse (Auguste), Interne à l'hôpital général. — Montpellier
Brousset (Jules), Banquier, 11, rue des Cadeniers. — Nantes.
*Brousset (Pierre), Négociant, 15, quai de la République. — Cette.
Brouzet (Ch.), Ingénieur civil, 5, cours Morand. — Lyon. — **F**
Dr Bruch (Edmond), Professeur à l'École de médecine. — Alger.
*Bruel, ancien Constructeur de machines agricoles. — Moulins (Allier).
Dr Brugère. — Uzerches (Corrèze).
Brun (A.), Ingénieur, 12, rue de Baraban. — Lyon.
*Brunel (Élie), Négociant, rue Clos-René (maison Pomier-Layrargues). — Montpellier.
Brunet (L.), Inspecteur primaire, 3, rue d'Aumale. — Alger.
Brunet (Léon), 5, rue Neuve-Saint-Merry. — Paris.
Brunon (Raoul), Interne des hôpitaux de Rouen, 76, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Bruyère, Négociant, 27, rue de Béthune. — Lille.
Bruzon et Cie (J.), Usine de Portillon (céruse et blanc de zinc). — Portillon, près Tours. — **R**
Bucaille. — Rouen.
Buffet (Charles), Fabricant, rue Sainte-Marguerite. — Reims.
Buhan (Pascal), place des Quinconces. — Bordeaux.
*Buisine (A.), Élève à la Faculté des sciences. — Lille.
Buisson, Président du Consistoire protestant, 1, place Saint-Clair. — Lyon.
Buisson, Ingénieur civil, rue Saint-Thomas. — Evreux. — **R**
Dr Bureau (E.), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, 24, quai de Béthune. — Paris.
Bureau (R.), Graveur, 6, rue Esquermoise. — Lille.
*Bureau (Léon), Négociant, 15, rue Gresset. — Nantes.
Dr Bureau (Louis), 15, rue Gresset. — Nantes.
*Burguière (Albert), Propriétaire. — Rodez (Aveyron).
*Burnan (Adrien), Banquier, 3, boulevard de la Banque. — Montpellier.
Burton, Administrateur de la Compagnie des Forges d'Alais, 24, rue Le Peletier. — Paris. — **F**
Dr Buttura, de Cannes, 20, rue Vital. — Passy-Paris.
Dr Butz. — Caudéran, près Bordeaux.
Cabanes (J.-J.), 17, rue Fondaudège. — Bordeaux.
Cabello (Vicente), Médecin-major de la marine d'Espagne. — Algésiras (Espagne).
*Cabello-É-Ibanez (Louis), Docteur ès sciences, Directeur du laboratoire chimique et agricole. — Barcelone (Espagne).
*Cabrières (Monseigneur de), Évêque de Montpellier, rue des Carmes. — Montpellier.
Cacheux (Émile), Ingénieur civil des Arts et Manufactures, 25, quai Saint-Michel. — — Paris. — **F**
Cadiat, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 24, rue Meslay. — Paris.
*Cadot (Charles), Ingénieur en chef des ponts et chaussées, 51, Grand'Rue. — Montpellier.
*Cafrawy (Kamil), Préparateur de chimie à la Faculté de médecine, 4, boulevard du Peyrou. — Montpellier.
Cahours, Membre de l'Institut, à la Monnaie, rue Guénégaud. — Paris.
Caillard (Frédéric), Négociant, 9, rue Cambronne. — Nantes.
Caillard (Arthur), Courtier maritime, 33, quai de la Fosse. — Nantes.
*Caillol de Poncy (O.), Professeur à l'École de médecine, 8, rue Clapier. — Marseille.
Cailliot, Professeur, 48, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Caix de Saint-Aymour (Vicomte Am. de), Membre du Conseil général de l'Oise, de la Société d'anthropologie et de plusieurs Sociétés savantes. — Château d'Ognon, près Barbery (Oise) ; et 11, rue de Milan. — Paris. — **R**

CALLOT (Ernest), Directeur de la Société d'assurances mutuelles *Aunis et Saintonge*, 10, rue Réaumur. — La Rochelle.
CALVÉ (Jules), Avocat, 14, rue Foy. — Bordeaux.
Dr CAMBASSÉDÈS. — Au Vigan (Gard).
CAMBEFORT (G.), 15, quai de l'Est. — Lyon.
CAMBEFORT (J.), Banquier, Administrateur des Hospices, 13, rue de Lyon. — Lyon. — **F**
CAMBOURNAC (Simon fils), Propriétaire. — Narbonne.
CAMÉRÉ, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Vernon (Eure).
CAMONDO (Comte N. DE), 31, rue Lafayette. — Paris. — **F**
CAMONDO (Comte A. DE), 31, rue Lafayette. — Paris. — **F**
Dr CAMUS. — Montmarault (Allier).
*CAMUSET, Professeur d'histoire naturelle à l'École normale d'enseignement secondaire spécial. — Cluny (Saône-et-Loire).
Dr CANAT (Jules), 38, rue d'Autun. — Chalon-sur-Saône.
CANDOLLE (Casimir DE), Botaniste. — Genève (Suisse).
CANNISIÉ (François), Propriétaire, 8, boulevard de la Liberté. — Lille.
CANTAGREL, ancien Élève de l'École polytechnique, Agent administratif de l'École Monge, 145, boulevard Malesherbes. — Paris.
CAPELLE, Ingénieur, 7, rue Bonnivet. — Le Havre.
CAPERON père. — **F** et **R**
CAPERON fils. — **F** et **R**
CARCARADEC (DE), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 1, rue Royale. — Nantes.
CARDEILHAC, Négociant, 91, rue de Rivoli. — Paris. — **R**
CARDOZO DE BÉTHENCOURT (Juan-Léon), fils, 10, rue Saint-Jean. — Nantes.
CARLES, Pharmacien, 30, quai des Chartrons. — Bordeaux.
CARLIER (Auguste), Publiciste, 12, rue de Berlin. — Paris. — **F**
CARNOT (Adolphe), Ingénieur des Mines, Professeur à l'École des Mines et à l'Institut national agronomique, 15, rue Soufflot. — Paris. — **F**
CARPENTIER (Ernest DE). — Au Croc-Barré, commune de Dosnou, par Arcis-s.-Aube. — **R**
CARPENTIER, Constructeur d'instruments de physique, 15, rue Champollion. — Paris.
CARRÈRE DE MEYNARD, Avocat, Docteur en droit, 3, rue Peyralière. — Toulouse.
*Dr CARRET (Jules), 4, rue des Nonnes. — Chambéry (Savoie). — **R**
CARRIEU, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 5, Grande-Rue. — Montpellier.
*CARRIÈRE (Émile). — Ganges (Hérault).
CARRON (C.), Ingénieur, 21, rue Tréclotre. — Grenoble.
*CARTAILHAC, Directeur de la *Revue des matériaux pour l'Histoire de l'homme*, 5, rue de la Chaine. — Toulouse.
Dr CARTAZ, Rédacteur de la *Gazette hebdomadaire*, 58, rue Neuve-Saint-Augustin. — Paris.
CARTON (Louis), Professeur de sciences au collège Notre-Dame. — Valenciennes.
CASSAGNE (comte Antoine DE), Propriétaire, membre de la Société des Sciences industrielles, Arts et Belles-Lettres de Paris, au château de Saint-Jean-de-Libron, près Béziers (Hérault). — **R**
CASTAIGNE (E.), Négociant, rue du Charmant. — Cognac (Charente).
*CASTAN, Professeur à la Faculté de médecine. — Montpellier.
*CASTANIER (Jacques), Constructeur mécanicien, Conseiller général du Rhône, rue Duhamel. — Lyon.
*CASTELNAU, (Paul), Propriétaire, Trésorier de la Société d'agriculture, 34, rue Saint-Guilhem. — Montpellier.
*CASTELNAU (Edmond), Propriétaire, 18, rue des Casernes. — Montpellier.
*CASTELNAU (Eugène), Propriétaire, 12, rue Salle-L'Évêque. — Montpellier.
*CASTELNAU (Rabaud), Propriétaire, 16, rue Saint-Roch. — Montpellier.
*CASTELNAU (Jean), 18, rue des Casernes. — Montpellier.
*CASTELNAU (Raoul), 18, rue des Casernes. — Montpellier.
CASTHELAZ (John), Fabricant de produits chimiques, 19, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie. — Paris. — **F**
CASTHELAZ (Maurice), 19, rue Sainte-Croix de la Bretonnerie. — Paris.
CATALAN, Professeur d'analyse à l'Université. — Liège (Belgique).
CATALAN (Mme). — Liège (Belgique).
*CATALOGNE (Paul DE), Étudiant en droit. — Toulouse.
CATEL-BÉGHIN, 11, rue Beauharnais. — Lille.
*CATHALA (Maurice), Étudiant en médecine, 29, rue Triperie-Neuve. — Montpellier.

*Dr Caubet, ancien Interne des hôpitaux de Paris, Professeur à l'École de médecine, 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse. — **R**
Caubet (Mme), 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse.
Cauchois, Médecin des hôpitaux, Professeur adjoint à l'École de médecine, ex-interne des hôpitaux de Paris, 28, rue du Contrat-Social. — Rouen.
*Causse (Louis), Président de la Société d'agriculture de Nîmes. — Nîmes.
Causse (Scipion), Propriétaire, 32, quai Jays. — Lyon.
Dr Caussidon, 9, rue des Consuls. — Alger.
Caventou fils, Membre de l'Académie de Médecine, 51 *bis*, rue Sainte-Anne. — Paris. — **F**
*Cazalis (Gaston), rue Terral. — Montpellier.
*Cazalis de Fondouce (Paul-Louis), Secrétaire général de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 18, rue des Étuves. — Montpellier (Hérault). — **R**
Cazavan, Directeur des forges et chantiers de la Méditerranée, 31, rue d'Harfleur. — Le Havre.
*Cazelles (Émile), Directeur de la sûreté générale au ministère de l'intérieur. — Paris.
*Cazelles (Jean), Étudiant en droit.
Cazeneuve, Doyen de la Faculté de Médecine, 26, rue des Ponts-de-Comines. — Lille. — **R**
*Cazeneuve (Albert). — Au château d'Esquiré par Saint-Lys (Haute-Garonne).
*Dr Cazeneuve (Paul), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 4, avenue du Doyenné — Lyon.
*Cazenove (Arthur de), Étudiant, 8, rue Sala. — Lyon.
Cazenove (Raoul de), Propriétaire, 8, rue Sala. — Lyon. — **R**
Dr Cazin, Directeur de l'hôpital. — Berck-sur-Mer (Pas-de-Calais).
*Cazottes (A.-M.-J.), Pharmacien. — Millau (Aveyron). — **R**
Celliez, Ingénieur, 24, rue Royale. — Paris.
Cercle d'Alger de la Ligue de l'Enseignement, 1, rue de Bône. — Alger.
*Cercle artistique, rue de la Comédie. — Montpellier.
Cercle Girondin de la Ligue de l'Enseignement, 16, rue Mably. — Bordeaux
Cercle pharmaceutique de la Marne. — Reims (Marne).
Cercle philharmonique de Bordeaux.
Cernuschi (Henri), 7, avenue Velasquez. — Paris. — **F**
Certes, Inspecteur des finances, 21, rue Barbet-de-Jouy. — Paris.
Cézard (Louis), Raffineur. — Chantenay (Loire-Inférieure).
*Chabaneix (Jean), Bibliothécaire à l'Ecole d'agriculture. — Montpellier.
Chabaud-Latour (de), Général de division du Génie, sénateur, 41, rue de la Boetie. — Paris. — **F**
Chabert, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine). — **R**
Dr Chabrely, à la Bastide. — Bordeaux.
Chabrier, Ingénieur civil, 89, rue Saint-Lazare (avenue du Coq). — Paris.
Chabrières-Arlès, Administrateur des Hospices, 12, place Louis XVI. — Lyon. — **F**
Dr Chaigneau, Maire de Floirac, allées de Tourny. — Bordeaux.
Chairy (Charles), Professeur de physique au Lycée. — Alger.
Chaix (A.), Imprimeur, 20, rue Bergère. — Paris. — **R**
*Chalot (Victor), Professeur agrégé à la Faculté de médecine. — Montpellier.
Chambert, Notaire honoraire, 2, place du Palais-de-Justice. — Tours.
Chambre des Avoués au Tribunal de 1re instance. — Bordeaux. — **R**
Chambre de Commerce (la). — Bordeaux. — **F**
— — — Lyon. — **F**
— — — Nantes. — **F**
— — — Le Havre. — **R**
— — — Marseille. — **F**
Chambrelent, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 57, rue du Four-Saint-Germain. — Paris.
*Champigny, Pharmacien, 39, rue de Clichy. — Paris.
Champglin (E. de), Garde général des forêts. — Caudebec-en-Caux (Seine-Inférieure).
Champonnois, 45, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Chanal (F.), ancien Négociant, 107, rue de Vendôme. — Lyon.
*Chancel, Recteur de l'Académie. — Montpellier.
Chansselle (Jules), Ingénieur principal de la Société des Houillères de Saint-Étienne. — Méons.
Chantre (Ernest), Sous-Directeur du Muséum, 37, cours Morand. — Lyon. — **F**

CHANTREUIL (Gustave), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 9, rue Saint-Florentin. — Paris.
CHAPELLE (DE), Docteur en médecine, pont de la Maye. — Bordeaux.
CHAPERON (Charles), 27, rue Borie. — Bordeaux.
*CHAPERON (G.), Ingénieur civil, ancien élève de l'Ecole polytechnique et de l'École des mines, 40, place Decazes. — Libourne.
CHAPLAIN-DUPARC (G.), Capitaine au long cours, Ingénieur civil, 4, rue des Minimes. — Le Mans.
CHAPON (Jules), 16, impasse Sainte-Catherine. — Bordeaux.
CHAPPELLIER (Georges), Manufacturier, 99, avenue Didier.— La Varenne-Saint-Hilaire.
Dr CHAPPET, 49, avenue de Noailles. — Lyon.
Dr CHAPUIS (Scipion). — Bouffarik, province d'Alger.
CHARCELLAY, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée). — **R**
CHARCOT, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, 17, quai Malaquais. — Paris. — **F**
CHARIER, Architecte. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
CHARLOT (J.-B.), Fabricant de caoutchouc, 25, rue Saint-Ambroise. — Paris.
Dr CHARPENTIER, Professeur à la Faculté de médecine de Nancy, 13, rue de Serre. — Nancy.
CHARPY (V. Adrien), Chef des travaux anatomiques à la Faculté de médecine, 14, rue Laurencin. — Lyon.
*CHARROPPIN (Georges), Pharmacien de 1re classe.— Pons (Charente-Inférieure).
CHASLES, Membre de l'Institut, 3, passage Sainte-Marie-Saint-Germain. — Paris. — **F**
Dr CHASSAGNY, 8, place de la Miséricorde. — Lyon.
CHASTEIGNER (le comte Alexis DE), 23, rue Montbazon. — Bordeaux.
CHATEL (Victor). — Valcongrain, par Aunay-sur-Odon (Calvados).
Dr CHATIN (Joannès), Maitre de conférences à la Faculté des sciences, Professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie, 128, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **R**
*CHAUMETTE (Albert), Négociant, 29, rue Lacornée. — Bordeaux.
CHAURIGAUD, Avocat, 4, rue Grégoire-de-Tours. — Clermont-Ferrand.
Dr CHAUSSAT. — Lavaveix-les-Mines (Creuse).
CHAUVASSAIGNES (Franc), Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Château-Theux (Puy-de-Dôme).
CHAUVASSAIGNE (Paul), Conseiller général du Puy-de-Dôme, 63, rue Marbeuf. — Paris.
CHAUVEAU (A.), Directeur de l'École vétérinaire, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, Correspondant de l'Institut, 22, quai des Brotteaux. — Lyon. — **F**
CHAUVEAU (le comte DE), 2, avenue des Princes (Bois de Boulogne). — Boulogne (Seine).
CHAUVET (G.), Notaire. — Ruffec (Charente).
CHAUVET (Mme). — Ruffec (Charente).
CHAUVITEAU, 9, rue d'Anjou-Saint-Honoré. — Paris.
CHAUVOT, 26, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
*CHAVASSE (Paul), Etudiant. — Cette.
CHAZAL (L.), Caissier payeur central du Trésor public au Ministère des finances, rue de Rivoli. — Paris.
CHÉGUILLAUME (J.), 13, rue Briord. — Nantes.
Dr CHENANTAIS, 22, rue de Gigant. — Nantes.
CHÉROT (A.), ancien Élève de l'École polytechnique, 10, quai de Billy. — Paris.
Dr CHERVIN (Arthur), Directeur des Annales de démographie internationale, 90, avenue d'Eylau. — Paris.
CHESNEL, 52, rue du Champ-de-Foire. — Le Havre.
CHEURET, Notaire, 16, chaussée d'Ingouville. — Le Havre.
Dr CHEURLOT, 44, avenue Marceau. — Paris.
CHEUX (Albert), Météorologiste, 9, rue Chaperonnière. — Angers.
CHEUX, Pharmacien major à l'hôpital militaire. — Vincennes (Seine).
CHEVALIER, Fabricant de produits chimiques, 3, rue Magenta. — Villeurbanne (Rhône).
*CHEVALIER (Victor), Chimiste à l'usine de Plon-d'Aren, par Istres (Bouches-du-Rhône)
CHEVALIER, Négociant, 50, rue du Jardin-Public. — Bordeaux. — **F**
CHEVALLIER (Georges). — Montendre (Charente-Inférieure).

Cheysson (Emile), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 126, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Dr Chil-y-Naranjo (Grégorio). — Palmas (Grand-Canaria) — **R**
Choinet (G.), Bijoutier-horloger, 13, rue de la Perle. — Le Mans.
Choisy, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 84 *bis*, rue de Grenelle. — Paris.
Cholley (Paul), Pharmacien, 8, rue Favart. — Paris.
Chouillou (Albert), Élève à l'École d'agriculture de Grignon, 69, avenue Riboudet. — Rouen.
Chouillou (Édouard), Fabricant de produits chimiques, 13, quai du Havre. — Rouen.
Chouillou (Lucien), Employé de commerce, 13, quai du Havre. — Rouen.
Chouquet (E.), 14, avenue Mac-Mahon. — Paris.
Clamageran, Conseiller d'Etat, Avocat, 57, avenue Marceau. — Paris. — **F**
Clamageran (Mme), 57, avenue Marceau. — Paris.
Dr Clary-Bousquet. — Cahors (Lot).
Claude-Lafontaine, Banquier, 32, rue de Trévise. — Paris.
Claudon (Émile), Négociant. — Béziers.
Claudon (Adolphe), Négociant. — Béziers.
*Claudon (Edouard), Elève à l'Ecole centrale, 27, quai des Tournelles. — Paris.
*Clavel (Georges), Elève-Ingénieur des ponts et chaussées, 5, rue Collot.—Montpellier.
*Clément, Médecin des hôpitaux, 53, rue Saint-Joseph. — Lyon.
*Clercq (Ch. de), 111, Avenue du Trocadéro. — Paris-Passy.
*Clermont (de), Sous-Directeur du Laboratoire de chimie à la Sorbonne, 8, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **F**
Clervaux (le comte de). — Saintes (Charente-Inférieure).
Cleveland-Abbe, Astronome et Météorologiste, *Army Signal Office*. — Washington (U.-S.). — **R**
Cloizeaux (des), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 13, rue Monsieur. — Paris. — **R**
Cloquet (Jules), Membre de l'Institut, 19, boulevard Malesherbes. — Paris. — **F**
Clos, Professeur à la Faculté des sciences. — Toulouse. — **R**
Clouet (G.), Professeur de pharmacie et de toxicologie à l'École de médecine, 52, rue de la Grosse-Horloge. — Rouen.
Clouzet (Ferd.), Conseiller général, cour des Fossés. — Bordeaux. — **R**
Cocagne (Adrien-Oscar), Avocat, rue Cauchoise. — Neufchâtel-en-Bray (Seine-Inférieure).
Cochot (Albert), Ingénieur-Mécanicien. — Gond, près Angoulême (Charente).
Coeuilte, Fabricant de sucre. — Bailleul-sur-Bertould (Pas-de-Calais).
Cohendy, Archiviste du département. — Clermont-Ferrand.
Coindre, Ingénieur des Ponts et Chaussées, avenue de la Gare. — Montluçon.
Colignon (Émile), rue Percière. — Rouen.
Dr Collardot, Médecin de l'hôpital civil, 3, rue Cléopâtre. — Alger.
Colleau (O.), Consul de France à Moscou, 88, rue d'Amsterdam. — Paris.
Collet, Lieutenant de vaisseau, Répétiteur à l'École polytechnique, 151, boulevard Magenta. — Paris.
*Collignon (Ed.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Inspecteur de l'Ecole des Ponts et Chaussées, 28, rue des Saints-Pères. — Paris. — **F**
r Collineau, 187, rue du Temple. — Paris.
*Collot (Louis), Professeur, 6, rue Barthès. — Montpellier.
Dr Colrat, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, 19, rue Gentil. — Lyon.
*Combal, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — **F**
Comberousse (de), Ingénieur, Professeur à l'Ecole centrale, 45, rue Blanche. — Paris.
*Dr Combescure (Clément). — Sénateur, 5, impasse Royer-Collard. — Paris.
Comité médical des Bouches-du-Rhône, 25, rue de l'Arbre. — Marseille.
Comme, Chef de culture, 15, rue de Belleville. — Bordeaux.
Compagnie des chemins de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
— — d'Orléans, 1, place Walhubert. — Paris. — **F**
— — de l'Ouest, 110, rue Saint-Lazare. — Paris. — **F**
— — de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare. — Paris. — **F**
— du Gaz Parisien, rue Condorcet. — Paris. — **F**
— des Salins du Midi, 84, rue de la Victoire. — Paris. — **F**
— des Messageries maritimes, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires.— Paris. — **F**

Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Bessèges.— Lyon. — **F**
— générale des Verreries de la Loire et du Rhône, à Rive-de-Gier (Loire), (M. Hutter, administrateur délégué). — **F**
— des Fonderies et Forges de l'Horme, 8, rue Bourbon. — Lyon. — **F**
— du Gaz de Lyon, rue de Savoie. — Lyon. — **F**
— de Roche-la-Molière et Firminy. — Lyon. — **F**
— des Mines de houille de Blanzy (Jules Chagot et Cie) à Montceaux-les Mines (Saône-et-Loire), 55, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
*Compère (Mme), 5, rue de Nazareth. — Montpellier.
Comte (Hippolyte). — Courcelles près Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
Comte (Mme). — Courcelles près Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
*Cons (Henri), Professeur au lycée, chargé de conférences à la Faculté des lettres, 7 rue des Trésoriers de la Bourse. — Montpellier.
Conseil d'administration de la Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 59, rue de la Victoire. — Paris. — **F**
*Conseil d'administration de l'École Monge, 165, boulevard Malesherbes.— Paris. — **F**
Constan (Amédée), Négociant, 34, Allées d'Amour. — Bordeaux.
*Dr Constantin. — Saint-Barthélemy (Lot-et-Garonne).
*Convert (F.), Professeur à l'Ecole d'agriculture, 30, rue de Richelieu. — Montpellier.
Copin (Léon), Chimiste. — Valenciennes.
Coppet (de), Chimiste, villa Irène, aux Baumettes. — Nice. — **F**
*Corbière (Philippe), Pasteur, 7, rue du Collège. — Montpellier.
Corenwinder, Chimiste, 61, rue Solférino. — Lille.
*Dr Coriveaud. — Blaye (Gironde).
Cornil, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Député de l'Allier, 6, rue de Seine. — Paris.
*Cornu, membre de l'Institut, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 38, rue des Écoles. — Paris. — **F**
*Cornu (Mme), 38, rue des Écoles. — Paris.
Cornu (Max), Aide-Naturaliste au Muséum, chargé du cours de botanique, 1, rue des Ecoles. — Paris.
Cornulier (de), Conseiller général de la Loire-Inférieure, 13, rue du Lycée. — Nantes.
Cornut, Ingénieur en chef de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur, 22, rue de Puebla. — Lille.
Corpet, Ingénieur-Mécanicien, 119, avenue Philippe-Auguste. — Paris.
Cossé (Victor), Raffineur, 1, rue Daubenton. — Nantes.
Dr Cossé (Emile), 41, rue Richer. — Paris.
Cosson, Membre de l'Institut et de la Société de botanique, 7, rue de la Boétie. — Paris. — **F**
*Dr Coste (Ulysse), Sous-bibliothécaire à la Faculté de médecine, 3, avenue de Toulouse. — Montpellier.
*Costeplane de Camarès (Mathieu de), Publiciste. — Saint-Affrique (Aveyron).
*Cotteau, 36, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **R**
Dr Coudereau, 13, Galerie Vivienne. — Paris.
*Coulet (Camille), Libraire-Editeur, 5, Grand'rue. — Montpellier.
Counord (E.), Ingénieur civil, 27, cours du Médoc. — Bordeaux. — **R**
Coupelon, Notaire. — Clermont-Ferrand.
Couperie (Stephen), 102, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Coupier (T.), Fabricant de produits chimiques. — Creil (Oise).
Coupier (Mme). — Creil (Oise).
*Courchet (Lucien), Pharmacien de 1re classe, Licencié ès-sciences naturelles, 5, rue du Palais. — Montpellier.
Courcières, Inspecteur d'académie, 66, rue de Lyon. — Lyon.
*Courtin (Benoît), Chef d'institution. — Solre-le-Château (Nord).
*Courtois (Henri), Licencié ès-sciences physiques.— Au château de Muges, par Damazan (Lot-et-Garonne).
Courtois de Viçose, petite rue d'Albade. — Toulouse. — **F**
*Courty, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Montpellier. — **F**
*Courty (le général). — Nîmes (Gard).
Cousté, ancien Directeur de la Manufacture des tabacs, 76, boulevard St-Michel.— Paris.
Coustou de Coysevox (Gabriel de), Secrétaire général de la Société d'agriculture de Tarn-et-Garonne, rue Lagarrigue. — Montauban.
Dr Coutagne (Henri), 79, rue de Lyon. — Lyon. — **R**

COUTANCEAU, Ingénieur civil, rue de la Concorde. — Bordeaux.
COUTEREAU (Léon), Banquier. — Branne (Gironde).
COUTURIER (Abel), Juge suppléant au Tribunal civil d'Agen, 8, rue St-Florentin.—Agen.
*COUVE (Aimé), Avocat à la Trésorerie générale, 40, rue Saint-Ferréol. — Marseille.
CRAPON (Denis). — Pont-Évêque (Isère). — **R**
*CRASSOUS (François), Ingénieur, 10, rue du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
*Dr CRASSOUS (Alban), 42, rue du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
*CREPEAUX (Virgile), 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
CRÉPY (Paul), Négociant, Membre du Tribunal de commerce. — Lille.
CRESPIN (Arthur), Ingénieur-mécanicien, 23, avenue Parmentier. — Paris. — **R**
CRESPEL-TILLOY (Charles), Manufacturier, 14, rue des Fleurs. — Lille. — **R**
CROS-MAYREVIEILLE, Avocat, 57, rue des Barques-de-la Cité. — Narbonne.
CROUAN (Fernand), Armateur, 14, rue Héronnière. — Nantes. — **F**
*CROVA (Mme Marie), 14, rue du Carré-du-Roi. — Montpellier.
*CROVA (André), Professeur à la Faculté des sciences, 14, rue du Carré-du-Roi. — Montpellier.
*CROZEL (Georges), place de l'Hôtel-de-Ville. — Vienne (Isère).
CROWTER (William), Chimiste. — Quarmby-Huddersfield (Angleterre).
*CRUZEL (Pierre), ancien Pharmacien. — Miramont (Lot-et-Garonne).
CUISIN (Charles), Dessinateur d'histoire naturelle, 20, avenue d'Orléans. — Paris.
CUNY, Chef du mouvement aux chemins de fer de l'État. — Tours.
CUREYRAS (G.), Licencié en droit, Notaire. — Cusset (Allier).
CURIE (Jacques), Préparateur de chimie à la Sorbonne, 2, rue de la Visitation. — Paris
Dr CUSCO, Chirurgien des hôpitaux, 2, rue Gluck. — Paris.
CUSSET, Imprimeur, membre du Conseil municipal, 123, rue Montmartre. — Paris.
Dr CYON (E. DE), 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
*DADRE (Emile), Pasteur protestant, 8, rue du Cannau. — Montpellier.
*DAGRÈVE (E.), Médecin du Lycée et de l'Hôpital. — Tournon (Ardèche). — **R**.
*DAGRÈVE (Mme Marie). — Tournon (Ardèche).
Dr DAGUILLON. — Joze par Maringues (Puy-de-Dôme).
DAGUIN, ancien Président du Tribunal de commerce de la Seine, 4, rue Castellane. — Paris. — **F**
*DALEAU (François). — Bourg-sur-Gironde.
DALIPHARD (E.), 6, rue du Val de la Jatte. — Rouen.
DALLÉAS, Propriétaire, 4, cours de Tournon. — Bordeaux.
DALLIGNY, 5, rue d'Albe. — Paris. — **F**
*Dr DALLY (Eugène), 5, rue Legendre. — Paris. — **R**
DAMOUR, Médecin-dentiste, 1, Montée de Jaude. — Clermont-Ferrand.
DANEL, Imprimeur, 93, rue Nationale. — Lille.
DANEY, Négociant. — Bordeaux.
DANTON, Ingénieur civil des Mines, 9, avenue de l'Observatoire. — Paris.
DAN DAWSON, Milesbridge chemical Works near Huddersfield (Angleterre).
*DARBOUX (G.), Professeur suppléant à la Faculté des Sciences, 36, rue Gay-Lussac. — Paris.
DARLU (A.), Professeur agrégé de philosophie, 2, rue de l'Église-St-Martin.—Angoulême.
DAUBRÉE, Membre de l'Institut, Directeur de l'École des Mines, 62, boulevard Saint-Michel. — Paris.
DAUTREVILLE (Henri), Architecte. — Reims.
DAUTREVILLE (Mme). — Reims.
DAVANNE, 82, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Dr DAVID (Ph.), rue Amelot. — La Rochelle.
DAVILLIER, Banquier, 14, rue Roquépine. — Paris. — **F**
DAVIOUD, Négociant, 24, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
DAYMARD, Ingénieur de la Compagnie Transatlantique, 11, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
DEAL (Jean-Baptiste-Magloire), ancien Notaire. — Attigny (Ardennes).
*DÉANDREIS (Elise), banquier, 8, rue Saint-Roch. — Montpellier.
DEBIZE, Lieutenant-Colonel d'état-major, 42, quai de la Charité. — Lyon.
DEBLONT (Jules), Teinturier. — Fives-Lille.
DECAMPS, Pharmacien, 1, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
DECAZES (le DUC), château de Lagrave, par Saint-Denis-de-Pile (Gironde).
*DECÈS (A.), 72, rue du Faubourg-Saint-Denis. — Reims.
*DECÈS (Mme), 72, rue du Faubourg-Saint-Denis. — Reims.

Dr Dechambre, Membre de l'Académie de médecine, 91, rue de Lille. — Paris.
Decharme, Docteur ès-sciences, Professeur de physique à l'École supérieure et au lycée d'Angers, 11, rue de Bellay. — Angers.
Dr Décius (Georges). — Bouffarik, province d'Alger.
Dr Decrand (J.), ancien Chef de clinique à la Faculté de Montpellier, 17, cours Lavieuville. — Moulins-sur-Allier.
Decroix (Jules), Banquier, 42, rue Royale. — Lille.
Decroix, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Cap-Choux, par Boulay-des Mines (Loire-Inférieure).
Defforges (Gilbert), Capitaine d'état-major, 121 *bis*, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
Defodon, Rédacteur en Chef du *Manuel général de l'Instruction primaire*, 79, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Defresne (Th.), Pharmacien-droguiste, 2, rue des Lombards. — Paris.
Degeorge, Architecte, 151, boulevard Malesherbes. — Paris.
Degorce (E.), Pharmacien de 1re classe de la Marine. — Cayenne (Guyane franç.). — **R**
Degousée, Ingénieur civil, 35, rue de Chabrol. — Paris. — **F**
Degoutin, Avocat, Juge suppléant. — Verdun.
Degrange-Touzin, Avocat, 24 *bis*, rue du Temple. — Bordeaux.
*Dehérain (P.-P.), Professeur au Muséum et à l'École de Grignon, 5, rue Chauveau-Lagarde. — Paris.
Déjardin (E.), Pharmacien de 1re classe, ex-interne des hôpitaux, 2, avenue de l'Opéra. — Paris.
*Dejardin (Octave), Élève à l'Institut national agronomique. — Paris.
Delabrosse, Conseiller général de la Loire-Inférieure, place de la Monnaie. — Nantes.
Deladerrière, Avocat. — Valenciennes.
Dr Delage, 18, rue des Fleurs. — Lille.
Delahaye (Victor), Ingénieur, ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines, 84, rue de la République. — Rouen.
Dr Delamare, Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École de médecine de plein exercice, 3, place Graslin. — Nantes.
Delamare (E.-A.), Consul de Grèce, 91, route de Darnétal. — Rouen.
Delaroche, Négociant, 57, rue de la Côte. — Havre.
Delattre (Carlos), Filateur. — Roubaix. — **R**
Dr Delaunay (Gaëtan), 95, boulevard Magenta. — Paris.
*Dr Delbarre (fils). — Cambrai (Nord).
Delbruck (J.). — Langoiran (Gironde).
Delecroix (Émile), Avocat, 36, rue de Roubaix. — Lille.
Delesalle (Alfred), Filateur. — La Madeleine (Nord).
Delesse (A.), Professeur de géologie à l'École normale, Membre de la Société nationale d'agriculture, 59, rue Madame. — Paris.
Delessert (Édouard), 17, rue Raynouard. — Paris-Passy. — **R**
*Delestrac, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Cette (Hérault).
Deleurrou, Procureur général. — Pau.
*Deleveau (Paul), Professeur de physique et de chimie (classe supérieure) au lycée. — Orléans.
Delhomme, Propriétaire du Café Anglais, 13, boulevard des Italiens. — Paris. — **R.**
*Dellon, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, rue Aiguillerie. — Montpellier.
Dr Delmas, 1, rue David-Johnston. — Bordeaux.
Delocre, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 38, rue de la Reine. — Lyon.
*Delon (Ernest), Ingénieur civil, 14, rue du Collège. — Montpellier. — **R**
*Delon (Mme Ernest), 14, rue du Collège. — Montpellier.
Dr Delore, Chirurgien en chef de la Charité, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, 31, place Bellecour. — Lyon. — **F**
Delorme (Louis). — Vatan (Indre).
*Delort, Professeur au Collège. — Saint-Flour (Cantal).
Delrieu, Banquier. — Marmande (Lot-et-Garonne).
Deluc, Professeur de Sciences, 84, rue du Viaduc. — Bruxelles.
Deluns-Montaut, Député, 80, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Delvaille, Docteur en médecine. — Bayonne. — **R**
Demanel, Professeur au Lycée, 22, rue de Strasbourg. — Nantes.
*Demarteau (Paul), Ingénieur civil, 13, rue du Manège. — Montpellier.
Démoly (Ad.), Ingénieur des Chemins de fer algériens. — L'Agha (province d'Alger).

Dr Demonchy, 1, Carrefour de l'Observatoire. — Paris. — **R**
Dr Demons, 15, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
Demougeot (Édouard), Publiciste, 42, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Denis (Ernest), Professeur d'histoire au Lycée. — Bordeaux.
Denise (L.), Architecte, 12, passage Violet. — Paris.
Denoyel (Antonin), Propriétaire, 4, rue des Deux-Maisons. — Lyon.
*Denucé, Doyen de la Faculté de médecine. — Bordeaux.
Depaul (Henri), avenue Drouet-d'Erlon. — Reims. — **R**
Depierre (Joseph), Ingénieur, Chimiste, maison A. Blanche. — Puteaux (Seine).
Depoully (Ernest), Chimiste, 27, rue des Fêtes. — Paris.
Depoully (Paul), 15, rue Levert. — Paris.
Depoully (Ch.), Ingénieur, 21, rue Bellefond.— Paris.
Deprez (Marcel), Ingénieur, 15, rue Champollion. — Paris.
Dequoy, Filateur, 27, rue de Wazemmes. — Lille.
Derenbourg (Hartwig), Professeur d'arabe littéral à l'École spéciale des langues orientales, 39, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Dero, Docteur-médecin, 69, rue du Champ-de-Foire. — Le Havre.
Deroo, Pharmacien, 119, rue de Paris. — Lille.
Deroulède, Propriétaire. — Bouscat, près Bordeaux.
Deruelle, Propriétaire, 199, rue de Vaugirard. — Paris.
Desailly, Exploitation de phosphate de chaux fossile. — Granpré (Ardennes).
Desbonnes (F.), Négociant, 18, allées de Chartres. — Bordeaux.
Desboves (A.), 38, rue Bellevue. — Amiens.
Desbrières, Secrétaire du comité des Forges, 56, rue de Provence. — Paris.
Descamps (Ange), Filateur, 31, rue de Thionville. — Lille.
Deschamps, Pharmacien. — Riom.
Desfontaines (Charles), Rentier, 25, boulevard Bonne-Nouvelle. — Paris.
Deshayes, Ingénieur civil des Mines, aux Fonderies. — Terre-Noire (Loire).
*Des Hours (Louis), Propriétaire. — Mézouls près Mauguio (Hérault).
Deslongchamps, Professeur à la Faculté des sciences. — Caen.
Dr Desmaisons-Dupallans. — Castel-d'Andorte, près Bordeaux.
Desmetd-Wallaert, 2, rue Sans-Pavé. — Lille.
Desnoyers (Alfred), Ingénieur, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Desortiaux (Ernest), Ingénieur des poudres, Directeur de la poudrerie. — Saint-Ponce près Mézières (Ardennes).
*Dr Despetit (Louis). — Marseillan (Hérault).
*Des Pins (le baron), 1, rue Saint-Mathieu. — Montpellier.
Desrousseaux (Jules), Propriétaire, 35, rue de l'Hôpital Militaire.— Lille.
*Dessalle (Charles), Propriétaire, 8, rue Basville. — Montpellier.
Detroyat (Arnaud). — Bayonne. — **R**
Deutsch (A.), Négociant-industriel, 103, rue de Flandres.— Paris.— **R**.
Devay (F.), — Condé-sur-Vesgres (Seine-et-Oise).
*Devin (Étienne-Charles), Élève ingénieur des Ponts et Chaussées, 92, boulevard du Port-Royal. — Paris.
Dhotel, Adjoint au maire du 2e arrondt, 107, boulevard de Sébastopol. — Paris. — **F**
*Diacon, Professeur à l'Ecole de pharmacie. — Montpellier.
Dida (A.), Chimiste, 9, rue Popincourt. — Paris. — **R**
Dida fils, 9, rue Popincourt. — Paris. — **R**
Dr Diday, ex-Chirurgien en chef de l'Antiquaille, Secrétaire général de la Société de médecine, rue de Lyon. — Lyon. — **F**
Dietz (J.), rue de la Monnaie. — Nancy.
*Dr Dieulafoy (Georges), professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 16, rue Caumartin. — Paris.
*Dilsheimer, Commissionnaire en marchandises, 38, rue d'Hauteville. — Paris.
Divin (Ph.), Rédacteur à *la Gironde*, 8, rue de Cheverus. — Bordeaux.
Dollfus (Mme Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. — **F**
Dollfus (Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. — **F**
Dollfus (Auguste), Président de la Société industrielle. — Mulhouse.
*Dollfus (Adrien), 55, rue Pierre-Charron. — Paris.
Dollfus (Charles), 1, rue Spontini. — Paris.
Dombre (Louis), Ingénieur, Sous-Directeur des Mines. — Aniche (Nord).
*Domergue (Francois), Ancien général de brigade, ancien Élève de l'Ecole polytechnique, 5, rue de la Loge. — Montpellier.

DONNADIEU, Professeur à l'Université catholique. — Lyon.
*DONNADIEU (Joseph), 80, Grande-Rue. — Montpellier.
DONON DE GANNES (Charles), ancien Élève de l'École des mines. — Bellevue, près Meudon.
DONY (Mlle), Ingénieur civil, 29, rue de Lodi. — Marseille.
DOR (Eugène). — La Rochelle (Charente-Inférieure).
*Dr DOR (Henri), Professeur honoraire, à l'Université de Berne, 10, rue du Plat. — Lyon.
*DOR (Mme Henri), 10, rue du Plat. — Lyon.
DORÉ-GRASLIN (Edmond), 24, rue Crébillon. — Nantes. — **R**
DORMER (Lord), Grove-Park, Warwich. — Londres (Angleterre).
DORMOY, Conseiller municipal, rue Vilaris. — Bordeaux.
Dr DOUAUD, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
Dr DOUILLET. — Lamballe (Côtes-du-Nord).
DOUMERC, Ingénieur civil, 10, rue Copenhague. — Paris.
DOUMERC (Jean), Ingénieur civil des Mines, Membre de la Société géologique de France, 1, rue Corail. — Montauban.
*DOUMERC (Paul), Ingénieur civil, Membre de la Société géologique de France. — Montauban.
*DOUMET-ADANSON, Président de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault. — Cette (Hérault).
DOURIF, Professeur à l'École de médecine. — Clermont-Ferrand.
DOUVILLÉ, Ingénieur des Mines, 207, Boulevard Saint-Germain. — Paris. — **R**
Dr DOYON, Médecin des eaux. — Uriage (Isère).
Dr DRANSART. — Somain (Nord). — **R**
DRÉE (le comte DE), Sous-Directeur du haras. — Annecy (Haute-Savoie).
*Dr DRESCH (G.). — Foix (Ariège).
DREVON (Henri), 67, cours d'Herbouville. — Lyon.
DROUAULT (Mme Ch.), 76, rue de Rennes. — Paris.
DROUIN (A.), Ingénieur-Chimiste, 33, rue Beaubourg. — Paris.
DROZ (Alfred), Avocat, 48, rue Jacob. — Paris.
DUBAR, Rédacteur de *l'Écho du Nord*, Grande-Place. — Lille.
Dr DUBEST (Hippolyte). — Pont-du-Château (Puy-de-Dôme).
DUBOIS (E.), Professeur de physique au Lycée, 33, rue Voiture. — Amiens
DUBOIS (Émile). — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
DUBOIS, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Boiry-Ste-Rictrude (Pas-de-Calais).
*DUBOSCQ, Constructeur d'instruments d'optique, 21, rue de l'Odéon. — Paris.
DUBOUCHÉ (Adrien), Négociant. — Jarnac (Charente).
Dr DUBOUÉ. — Pau. — **R**
DUBOURG, Avoué, 27, rue du Temple. — Bordeaux.
DUBOURG (Georges), Négociant en draperies, 45, cours des Fossés. — Bordeaux.
Dr DUBREUILH (Ch.), 12, rue du Champ-de-Mars. — Bordeaux.
DUBROCA (Germain), Propriétaire, château de Blancastel, canton de Manciet (Gers).
DUBUISSON (Edmond), Ingénieur civil, 8, rue de Bouillé. — Passy.
DUCHAUFOUR (Eugène), Négociant en métaux, 52, rue de Paris. — Lille.
DUCHEMIN (E.), 33, place Saint-Sever. — Rouen.
DUCLAUX (Émile), Professeur à l'Institut national agronomique, 15, rue Malbranche. — Paris. — **R**
*DUCRETET (E.), Fabric. d'instr. de physique, 89, rue des Feuillantines. — Paris.
*DUCROCQ (Auguste). — Niort (Deux-Sèvres). — **R**
*DUCROCQ (Henri). — Niort.
Dr DUDON, 10, rue Huguerie. — Bordeaux.
*DUFAITELLE, Rentier, 18, rue Magnan. — Paris.
Dr DUFAY, Sénateur, 76, rue d'Assas. — Paris. — **R**.
DUFET (Henri), Professeur au Lycée Saint-Louis, 23, rue de Vaugirard. — Paris.
*DUFOUR (Henri), Professeur de physique. — Lausanne (Suisse).
DUFRESNE, Inspecteur-Général de l'Université, 73, Pierre-Charron. — Paris. — **R**
Dr DUJARDIN-BEAUMETZ, Médecin de l'Hôpital St-Antoine, 66, rue de Rennes. — Paris.
DULAC (Fréderic), 40, place Dauphine. — Bordeaux.
*Dr DULAC (Dieudonné). — Béziers (Hérault).
Dr DULAC. — Montbrison. — **R**
DU MARCHÉ, Capitaine d'artillerie au 32e régiment, 72, quai du Châtelet. — Orléans.
DUMAS, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Membre de l'Académie française, 3, rue Saint-Dominique-Saint-Germain. — Paris. — **F**
DUMAS (Mme), 3, rue Saint-Dominique-Saint-Germain. — Paris.

*Dumas (Léon), Chef de Clinique obstétricale à la Faculté de médecine, Plan du Palais. — Montpellier.
Dr Duménil, 45, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Rouen.
Dumont, Directeur de l'enseignement supérieur au ministère de l'Instruction publique. — Paris.
*Dumont (Aristide), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 66, rue Marbeuf. — Paris.
Dr Dunoyer (Léon). — au Dorat (Haute-Vienne).
Du Pasquier, Négociant, 6, rue Bernardin-de-Saint-Pierre. — Havre.
Duplay, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux, 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **R**
*Duponchel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Montpellier.
*Dupont (Louis). — Damps, près Pont-de-l'Arche (Eure).
Dupouy (E.), Avocat, Conseiller général, Député de la Gironde. — Bordeaux. — **F**
Dupré (Anatole), préparateur de chimie, 25, rue d'Ulm. — Paris.
Dupré (Jean-Marie), 46, rue des Marais. — Paris.
*Dupré (G), Professeur à la Faculté de médecine, 1, rue Sainte-Foy. — Montpellier.
Dupuy de Lôme, Sénateur, Membre de l'Institut, 374, rue Saint-Honoré. — Paris. — **F**
Dupuy (Paul), Professeur à l'École de Médecine, 78, chemin d'Eysines. — Bordeaux. — **F**
Dupuy (Camille), Avocat général, 5, cours Saint-Louis. — Aix-en-Provence.
Dupuy (Léon), Professeur au Lycée, 13, rue Vital-Carles. — Bordeaux. — **F**
Dupuy, Pharmacien. — Branne (Gironde).
Dupuy (Ed.), Pharmacien de 1re classe, ex-interne des hôpitaux de Paris. — Châteauneuf (Charente).
Dupuy-Dutemps (Léo), Conseiller de Préfecture. — Alby (Tarn).
Durand (Édouard), Professeur des sciences géographiques à l'Université catholique, 40, rue d'Assas. — Paris.
*Durand (Joseph), Membre de la Société d'anthropologie de Paris. — Domaine d'Arsac, près Rodez (Aveyron).
*Durand (Ferdinand), Chef de l'Institution secondaire, 6, rue des Grenadiers. — Montpellier.
*Durand (Eugène), Professeur à l'École d'agriculture. — Montpellier.
Durand-Claye (Alfred), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 85, rue Richelieu. — Paris.
Dr Durand-Fardel, 17, rue Guénégaud. — Paris.
Durand-Gasselin, Banquier, 6, rue Jean-Jacques Rousseau. — Nantes.
Durando (Gaëtan), Professeur de botanique, ancien Bibliothécaire de l'École de médecine, 4, rue René-Caillé. — Alger.
Duranteau (Mme la Baronne). — Au château de Laborde près et par Châtellerault (Vienne).
Duranteau (Le baron Alfred), Propriétaire. — Au château de Laborde, près et par Châtellerault (Vienne).
*Duranty (Nicolas), professeur suppléant à l'Ecole de médecine, médecin des hôpitaux, 4, rue Montaux. — Marseille.
Durassier, Chimiste, 24, avenue de Wagram. — Paris.
Dureau (Alexis), Archiviste de la Société d'anthropologie de Paris, Bibliothécaire adjoint à l'Académie de médecine, 16, rue de la Tour-d'Auvergne. — Paris.
Dr Duriau, rue de Soubise. — Dunkerque.
*Du Rieux, Ingénieur civil, 6, rue Brigode. — Lille.
*Durif (X.), Avocat, Docteur en droit, 28, rue de l'Hôtel-Dieu. — Clermont-Ferrand.
Durillon (E.), 34, quai de la Charité. — Lyon (Rhône).
Durozier, Pharmacien, 58, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Durros, Négociant, 73, cours d'Alsace-Lorraine — Bordeaux.
Durrwell (Eug.), Chimiste. — Buenos-Ayres (Plata).
Dussaut (Mlle Caroline), aux Ruches. — Fontainebleau.
*Dutailly (G.), professeur à la faculté des sciences. — Lyon.
Duval (Antonin), Manufacturier, 31, rue du Puits-Gaillot. — Lyon.
Duval (Fernand), Administrateur de la Compagnie parisienne du Gaz, 53, rue François Ier. — Paris. — **F**
Duval, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 8, avenue St-François-Xavier. — Paris. — **R**
*Duval, Colonel, Chef d'État-Major général du 16e corps. — Montpellier.
Duvergier, Président de la Société Industrielle, 35, rue Saint-Cyr. — Lyon. — **F**
Duvergier (Mme), 35, rue Saint-Cyr. — Lyon.

Duveyrier, Géographe, rue des Grès. — Sèvres.
Duvillier (Edouard), Préparateur de Chimie à la Faculté des sciences. — Lille.
Eichthal (d'), Banquier, Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi, 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **F**
Eichthal (Gustave d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **R**
Eichthal (Eugène d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **R**
Eichthal (Georges d'), 53, rue de Châteaudun. — Paris. — **R**
Eichthal (Louis d'). — Les Bezards, par Nogent-sur-Vernisson (Loiret). — **R**
Élie (Eugène), Propriétaire, 22, rue Berthelot. — Elbeuf.
Elisen, Ingénieur administrateur de la Compagnie générale Transatlantique, 21, rue de la Boëtie. — Paris. — **R**
Engel (Arthur), 29, rue Marignan. — Paris.
Engel, Relieur, 91, rue du Cherche-Midi. — Paris. — **F**
*Engel (Mme Marie), villa des Pins. — Montpellier.
*Engel (Rodolphe), Professeur à la Faculté de médecine — Montpellier.
Engel (Eugène), chez MM. Dollfus, Mieg et Cie, 9, rue Saint-Fiacre.— Paris.
Erhardt-Schieble, Graveur, 12, rue Duguay-Trouin. — Paris. — **F**
Ernest, Négociant, rue de Strasbourg. — Nantes.
Dr Escande. — St-Cyprien (Dordogne).
Escarraguel, Propriétaire, 1, allée de Tourny. — Bordeaux.
*Espitalier, Négociant, maire de Cette, 18, quai de Bosc. — Cette.
*Espous (Le comte Auguste d'). — Montpellier. — **R**
Esteulle, Ingénieur civil, 14, rue Ruinart. — Reims.
*Estor, Professeur d'anatomie pathologique et d'histologie à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.
*Estor (Mme). — Montpellier.
*Estor (Louis). — Montpellier.
*Estor (Eugène). — Montpellier.
*Estor (André). — Montpellier.
*Estor (Mlle Louise), 6, plan du Palais. — Montpellier.
*Estor (Mme Charles), 6, plan du Palais. — Montpellier.
Etienne, Négociant raffineur, 36, rue Grande-Biesse. — Nantes.
Etiennez (Étienne), Avoué, 1, rue de l'Échelle. — Nantes.
Eudel (Émile), Capitaine au long cours, rue du Chemin-des-Poules. — Nantes.
*Dr Eustache (G.), Professeur à la Faculté libre de médecine, 1, rue de la Préfecture. — Lille.
Expert-Bezançon (Ch.), de la maison Bezançon frères et Cie, fabrique de céruse, 187, rue du Château-des-Rentiers. — Paris. — **R**
Eymery (Octave), Propriétaire. — Terrefume, Commune de Saint-Dizant du Gua par Saint-Fort- sur-Gironde (Charente-Inférieure).
Eyssartier (Maurice), Pharmacien. — Uzerches (Corrèze).
*Eyssèric (Joseph), Étudiant, rue Duplessis. — Carpentras (Vaucluse).
Fabre (Charles), Propriétaire, 24, rue des Petits-Hôtels, place Lafayette. — Paris.
*Fabre (Ernest), Ingénieur-Directeur de la Société anonyme des chaux hydrauliques de l'Homme-d'Armes. — L'Homme-d'Armes, près Montélimart (Drôme).
*Fabre (Albert), Architecte, 36, rue du Pont-de-Lattes. — Montpellier.
*Fabrège (Frédéric), Propriétaire, 33, Grande-Rue. — Montpellier.
Faget (Marius), Architecte, 12, rue de Rohan. — Bordeaux.
Faguet (L.-Auguste), Préparateur de botanique à la Faculté des Sciences et au laboratoire de la Faculté de Médecine, 22, rue des Boulangers. — Paris.
Falateuf (Oscar), Avocat, Membre du Conseil de l'ordre, 6, boulevard des Capucines. — Paris.
Falières, Pharmacien. — Libourne.
*Faliès (Louis), Publiciste, 2, place de la Préfecture. — Montpellier.
Falsan (Albert), Géologue. — Collonges-sur-Saône (Rhône).
*Dr Fanton, 9, Boulevard du Nord. — Marseille.
Fargeix, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
Fargues de Taschereau, Professeur de physique au lycée Henri IV, 13, rue Boissière (Trocadéro). — Paris.
*Faucher (Emile), Ingénieur civil. — Levesque, par Sauve (Gard).
Fauchille (Auguste), Licencié en droit, Licencié ès-lettres, 88, rue de Tournai. — Lille.
*Faucon (Louis), propriétaire. — Graveson (Bouches-du-Rhône).

Faugé (A.), Directeur de l'Office international des brevets d'inventions, 20, rue Malher. — Paris.
*Faulquier (Rodolphe), Manufacturier, Juge au tribunal de Commerce, 5, rue Boussairolles. — Montpellier.
Faure (Lucien), Président de la Chambre de commerce, — Bordeaux. — **F**
Faure (Jules), 16, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Faure (Ernest), Propriétaire. — Tresses (Gironde).
Faure, Ingénieur civil, Fabricant de produits chimiques, 35, rue Sainte-Claire. — Clermont-Ferrand.
Faure (Félix), Négociant, 121, boulevard François Ier. — Le Havre.
Dr Fauvelle, Président de la Société de médecine de l'Aisne, 11, rue de Médicis. — Paris.
Fauvelle (Charles-Julien), Étudiant en médecine, 11, rue Médicis. — Paris.
Fauvelle (René), 11, rue Médicis. — Paris.
Dr Fauverteix (Adrien). — Saint-Sauves (Puy-de-Dôme).
Favier, Professeur de mathématiques au Collège, 16, rue de la Juiverie. — Étampes.
Dr Favre, Médecin consultant de la Compagnie P.-L.-M., 1, rue du Peyrat. — Lyon.
Favre, Professeur de géologie à l'Académie de Genève (Suisse).
Favreuil (de), Géomètre expert, 25, rue du Molinel. — Lille.
Favreul (Ernest), négociant, 21, quai de l'Ile-Gloriette. — Nantes.
Faye, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'instruction publique, 9, chaussée de la Muette. — Paris. — **R**
Fayol, Ingénieur en chef des houillères de Commentry (Allier).
Fée (Félix), Médecin-major de 1re classe, Professeur agrégé de la Faculté de médecine de Nancy, 19, place de la Bourse. — Toulouse.
Féligonde (de), ancien Député, au Chatelard par Ebreuil (Allier).
Féraud (Henri), 39, rampe Vallée — Alger.
*Féraud (L.), Avoué en première instance, place du Petit Scel. — Montpellier.
Dr Féréol (Félix), 8, rue des Pyramides. — Paris.
Ferère (G.), Armateur, 8, rue Aufray. — Havre.
Féret (Édouard), Libraire, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
Ferrand (Eusèbe), Pharmacien, 93, rue Saint-Honoré. — Paris.
Dr Ferrari, Pharmacien. — Madrid.
Ferrière (Gabriel), rue du Réservoir. — Bordeaux.
Ferrouillat (Prosper), Fabricant de produits chimiques, 1, rue d'Égypte. — Lyon.
Ferry (Emile), Négociant, Conseiller municipal, Juge au tribunal de commerce, 21, Boulevard Cauchoise. — Rouen.
Dr Feuillet, maire d'Alger, 19, galeries Malakoff. — Alger.
Feuillet, Professeur de langues et de comptabilité, 7, rue de la Lyre. — Alger.
Février (Général), Commandant la place, 34, quai de la Charité. — Lyon.
*Fière (Paul), Archéologue, Membre correspondant de la Société française de numismatique et d'archéologie. — Voiron (Isère). — **R**
*Dr Fieuzal, 93, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris. — **R**
Fiévet, Fabricant de sucre. — Masny (Nord).
*Figaret, Inspecteur-Ingénieur des télégraphes, 2, rue de l'Ancien-Courrier. — Montpellier.
Filhol (E.), Professeur à la Faculté des sciences. — Toulouse.
*Filhol (H.), Maître de conférences à la Faculté des sciences. — Toulouse.
Fillon, Propriétaire. — Saint-Cyr-en-Talmondais (Vendée).
Filloux, Pharmacien. — Arcachon.
*Dr Fines, 2, rue du Bastion-Saint-Dominique. — Perpignan (Pyrénées-Orientales).
Finot (Étienne), Préparateur de chimie à la Faculté des sciences. — Clermont-Ferrand.
Flamant, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Amiens.
Flament (Henri), Ingénieur civil, 94, rue Hauteville. — Paris.
*Fleureau (Georges), 81, rue de Flandres. — Paris.
Fleury, ancien Recteur de l'Académie. — Douai.
Fleury, Directeur de l'École de médecine. — Clermont-Ferrand.
Fleury (Victor), Propriétaire. — La Drouétière, commune de Mauves (Loire-Inférieure).
Dr Fleury (C. M.) — St-Etienne (Loire).

Fleury (A.) Pharmacien de 1re classe, 28, rue Bab-Azoun. — Alger.
Florand (Maurice), Pharmacien de 1re classe. — Guéret (Creuse).
Flourens (G.), Ingénieur chimiste, Membre de la Société industrielle du Nord. — Haubourdin, près Lille.
*Foex (Gustave), Professeur à l'École d'agriculture, 29, Faubourg Saint-Jaumes. — Montpellier.
Foncin, Recteur de l'Académie de Douai. — Douai.
Fontannes (F.), Géologue, 4, rue de Lyon. — Lyon.
Fontarive. — Linneville, commune de Gien (Loiret). — **R**
*Fontenay, Avocat, 7, rue Pila-Saint-Gély. — Montpellier.
Fonteneau (Félix), Propriétaire, rue du Gommier. — Nantes.
Fontoynont, Pharmacien, 9, rue Lévis. — Batignolles-Paris.
Fonvielle (W. de), Homme de lettres, 50, rue des Abbesses. — Paris.
Forcrand (Robert de) Chargé de conférences à la Faculté des sciences, 9, rue Martin. — Lyon.
*Forel (A.-François), Professeur à l'Académie de Lausanne. — Lausanne (Suisse).
Forrer-Debar, Négociant, 3, quai Saint-Clair. — Lyon.
Dr Fortineau, 65, rue de Rennes. — Nantes.
Fossat (J.), Huissier, 97, rue Ste-Catherine. — Bordeaux.
Fougeron (Paul), 55, rue de la Bretonnerie. — Orléans.
Fourcand, Sénateur. — Bordeaux.
Fourcand (Léon), Négociant, Membre du Conseil municipal, 34, rue Saint-Remy. — Bordeaux.
Foureau (Fernand), Membre de la Société de géographie de Paris. — Fredière-St-Barbant, par Mézières (Haute-Vienne).
Fourment (baron de). — Cercamp-lès-Frévent. — (Pas-de-Calais). — **R**
Fournereau (l'abbé), Professeur de sciences à l'institution des Chartreux. — Lyon.
Fournet, place Tourny. — Bordeaux.
Fournié (Victor), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 46, rue Madame. — Paris.
*Dr Fournier (Alban).— Rambervillers (Vosges).
Fournier (Félix), Membre de la Commission des échanges internationaux au Ministère de l'Instruction publique, 119, rue de l'Université. — Paris. — **R**
Fournier (A.), Professeur agrégé à la faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux, 1, rue Volney. — Paris. — **R**
*Fraissinet (Adolphe), Trésorier-payeur général. — Montpellier.
Francezon (Paul), Chimiste et industriel. — Alais (Gard).
*Dr Franck (F.), Préparateur au Collège de France, 64, rue des Feuillantines. — Paris.
*Francq (L.), Ingénieur civil, 62, boulevard Haussmann. — Paris.
Frantzen, Fabricant de fleurs, 8, cour des Petites-Écuries. — Paris.
*Dr Frat (Victor), 23, rue Maguelonne. — Montpellier.
*Fréchou, Pharmacien. — Nérac.
Fremy, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum, Professeur au Muséum et à l'École polytechnique, 33, rue Cuvier. — Paris. — **F**
Fremy (Mme), 33, rue Cuvier. — Paris.
*Frère (Isidore), Propriétaire-négociant. — Saint-Genis-des-Fontaines (Pyrénées-Orientales).
*Fresquet (Édouard de) Professeur d'économie politique et de législation à l'école normale spéciale de Cluny. — Cluny (Saône et Loire).
Freyssinge, Pharmacien de 1re classe, 97, rue de Rennes. — Paris.
Dr Fricker, 36, rue Notre-Dame-de-Lorette. — Paris.
Friedel, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **F**
Friedel (Mme), née Combes, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **F**
Friederich, Négociant. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Froment, Agent voyer, Conducteur en retraite. — Au Cheylard (Ardèche).
Dr Fromentel (de). — Gray (Haute-Saône). — **R**
Frossard (Ch.-L.), 14, rue de Boulogne. — Paris. — **F**
Frouin (André). — Celles, canton d'Archiac (Charente-Inférieure).
*Fulcrand (Charles), Colonel, Directeur du Génie, 2, rue Boussairolles. — Montpellier.
Fulcrand (Mlle Alice), 2, rue Boussairolles. — Montpellier.
Fumouze (Armand), Docteur-Médecin-Pharmacien, 78, faubourg Saint-Denis. — Paris. — **F**

Dr Fumouze (Victor), 132, rue Lafayette. — Paris.
*Gachassin-Lafite (Léon), Avocat, 1, rue Castillon. — Bordeaux.
*Gachassin-Lafite (Paul), Négociant, 73, rue de la Course. — Bordeaux.
Gachassin-Lafite (Mme), 73, rue de la Course. — Bordeaux.
Dr Gadaud. — Périgueux (Dordogne).
Dr Gairal père. — Carignan (Ardennes).
Galante, Fabricant d'instruments de chirurgie, 2, rue de l'École-de-Médecine. — Paris. — **F**
Dr Galdo (Manuel M.-J. de), Professeur d'histoire naturelle à l'Université, ex-maire de Madrid, sénateur du royaume, rue Hortaleza. — Madrid.
Gal, Répétiteur à l'École polytechnique, 60, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Dr Galezowski, 25, boulevard Haussmann. — Paris.
Galibert (Paul), Avoué, 1, rue Cheverus. — Bordeaux.
Dr Galippe, Préparateur d'histoire naturelle à l'École de pharmacie, Aide de clinique à la Faculté de médecine, 48, rue Sainte-Anne. — Paris.
Gallard, Médecin des hôpitaux. 7, rue Monsigny. — Paris.
Gallard, Banquier. — Guéret (Creuse).
Gallé-Reinemer, 1, rue de la Faïencerie. — Nancy.
Galline (P.), Banquier, Président de la Chambre de commerce, 11, place Bellecour. — Lyon. — **F**
Galos (Robert), 103, rue Croix-Blanche. — Bordeaux.
Galteyries, Élève à l'école des langues orientales, 43, rue Monge — Paris.
Gamel (Georges), Interne en pharmacie des hôpitaux de Paris, 200, faubourg Saint-Denis. — Paris.
Gandriau (Raoul), Manufacturier. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Garcia (Manuel), Ingénieur du service de la voie des Chemins de fer de l'Etat. — Saintes (Charente-Inférieure).
*Gariel (C.-M.), Ingénieur des ponts et chaussées, Agrégé à la Faculté de médecine, 39, rue Jouffroy. — Paris. — **F**
Gariel (Mme), 39, rue Jouffroy. — Paris. — **R**
Garlandat (Mlle H.). — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
*Garlin-Soulandre, Professeur de mathématiques au Lycée, 18, rue Saint-Firmin. — Montpellier.
Garnaud, 66, rue Peyronet. — Neuilly.
Garnier (Paul), Ingénieur mécanicien, 16, rue Taitbout. — Paris.
*Garreau, ancien Capitaine de frégate, 1, rue de Floirac. — Agen.
Dr Garreau. — Laval (Mayenne).
Dr Garrigou, 38, rue Valade. — Toulouse.
Garrisson (Gaston), Étudiant. — Montauban.
Gascheau (Maurice), Banquier. — Rodez (Aveyron).
Gasco (F.), Professeur à l'Université. — Gênes (Italie).
Gasser (Edouard), Pharmacien. — Massevaux (Alsace).
Gassies, Directeur du Musée préhistorique, allées de Tourny. — Bordeaux.
Gatine (L.), Fabricant de produits chimiques, 23, rue des Rosiers. — Paris.
Dr Gaube, 23, rue St-Isaure. — Paris. — **R**
Gaudefroy, 8, rue de la Montagne-Sainte-Geneviève. — Paris.
Gaudry (Albert), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, 7 *bis*, rue des Saints-Pères. — Paris. — **F**
Dr Gauran, Médecin oculiste, conseiller municipal, 8, rue de l'École. — Rouen.
Gauthier-Villars, Libraire, 55, quai des Augustins. — Paris. — **F**
Gautié, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Clermont-Ferrand.
Gautier (Antoine). — Château de Piquayne, près Cazères (Haute-Garonne).
Gautier, Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 105 *bis*, boulevard d'Enfer. — Paris.
Gautreau (Louis), Administrateur de la Compagnie générale Transatlantique, 124, rue Saint-Lazare. — Paris.
*Gautrez (Eugène), Etudiant en médecine, chez M. le Dr Chibret, rue de la Croix-Morel. — Clermont-Ferrand.
Gavarret, Inspecteur général de l'instruction publique, membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 73, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
Gavelle (Émile), Filateur, 275, rue de Solférino. — Lille.
Dr Gay. — Jarnac.

Gay (Henri), Professeur de physique au lycée d'Amiens, 27, rue de la Pature. — Amiens.
*Gay (Fernand), Pharmacien de 1re classe. — Montpellier.
*Gay, Professeur de physique au Lycée, villa Marie. — Montpellier.
Dr Gayat-Wecker. — Saint-Raphael (Var).
Dr Gayet, Chirurgien titulaire de l'Hôtel-Dieu, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 1, rue de la Barre. — Lyon.
*Gayraud (E.), Professeur agrégé à la Faculté de médecine, rue Argenterie. — Montpellier.
*Dr Gazagne (Maurice). — Remoulins (Gard).
Geay, Directeur des Constructions navales, 73, quai Colbert. — Le Havre.
Dr Geay. — Le Gua (Charente-Inférieure).
Geay (Mme Isabelle). — Le Gua (Charente-Inférieure).
Dr Gellie, 33, rue Neuve. — Bordeaux.
Dr Gémy, Chirurgien à l'hôpital civil, 1, impasse de la Lyre. — Alger.
Genaille, Ingénieur civil, 53, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
Genain, Chimiste, 1, rue de la Charité. — Arras.
Geneix-Martin (abbé), Professeur, 17, place de l'Académie. — Nancy.
Geneste (Eugène), Ingénieur civil, 42, rue du Chemin-Vert. — Paris.
Genevier (Gaston), Pharmacien, 83, quai de la Fosse. — Nantes.
Genevoix (Émile), Pharmacien, 14, rue des Beaux-Arts. — Paris.
Génibrel (Charles), Négociant. — Béziers.
Genin (abbé Auguste), Professeur au petit séminaire. — La Chapelle-Saint-Mesmin (Loiret).
Gensoul (Paul), Ingénieur civil, 42, rue Vaubécourt. — Lyon.
Geoffroy Saint-Hilaire (Albert), Directeur du Jardin d'acclimatation, 50, boulevard Maillot. — Neuilly (Seine). — **F**
Dr Gérard, 2, rue Constantine. — Lyon.
Germain (Adrien), Ingénieur hydrographe, 13, rue de l'Université. — Paris.
*Germain, de l'Institut, Doyen de la Faculté des lettres. — Montpellier.
Germain (Henri), Député de l'Ain, Président du conseil d'administration du Crédit lyonnais, 21, boulevard, des Italiens. — Paris. — **F**
Germain (Philippe), Directeur de l'agence du Comptoir d'escompte de Paris, 33, place Bellecour. — Lyon. — **F**
Germer-Baillière, Libraire, Conseiller municipal, 108, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **F**
Dr Gervais. — Saugues (Haute-Loire).
*Gervais (Alfred), Directeur des Salins du Midi, 2, rue des Étuves. — Montpellier.
*Gervais (Étienne), Élève à l'École des Mines. — Paris.
*Gervais (Charles), Élève à l'École Polytechnique. — Paris.
*Gervais (Paul), Propriétaire, 29, Grande-Rue. — Montpellier.
*Gervais (Jules), Administrateur des hospices, 10, rue du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
*Dr Gervais, 29, Grande-Rue. — Montpellier.
*Giard, Professeur à la Faculté des sciences, 37, rue Colbert. — Lille. — **R**
Dr Gibert, 41, rue de Séry. — Le Havre. — **R**
Gibon, Ingénieur directeur des forges de Commentry. — Commentry (Allier).
Gibou, Propriétaire, 91, rue Saint-Lazare. — Paris.
Giffard (Henri), Ingénieur, 14, rue Marignan. — Paris.
Giffard (Émile), Pharmacien de première classe, place du Ralliement. — Angers.
Dr Gilbert-Tirant, 6, rue Geoffroy. — Lyon.
Gillet (François), Teinturier, 9, quai de Serin. — Lyon.
Gillet-Paris, Ingénieur, 41, rue de la Reine. — Lyon.
Gillet fils aîné, Teinturier, 9, quai Serin. — Lyon. — **F**
Gillot (Auguste), Ingénieur civil, 101, avenue de Villiers. — Paris.
*Gilly (Antoine), Avocat. — Alexandrie (Égypte).
Ginoux de Fermon (le comte), Député et Conseiller général de la Loire-Inférieure. 48, rue de Bourgogne. — Paris.
*Girard (Ch.), Manufacturier, 20, rue des Écoles. — Paris. — **F**
Girard, Directeur de la Manufacture des tabacs. — Lyon. — **R**
Girard père, 3, rue des Jeûneurs. — Paris.
Dr Girard, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Riom (Puy-de-Dôme).
*Girard (Joseph de), Prof. agrégé à la Faculté de médecine, 3, rue Rebuffy. — Montpellier.
*Girard (Mme Clémentine Joseph de), 3, rue Rebuffy. — Montpellier.

*Girard (Paul de), 2, faubourg de Lattes. — Montpellier.
Girard de Rialle (Julien), Sous-Directeur du service des archives au Ministère des Affaires étrangères, 64, rue de Clichy. — Paris.
Girardon, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 1, cours Lafayette. — Lyon.
Giraud (Dominique), Négociant. — Saint-Péray (Ardèche).
Giraud (Louis). — Saint-Péray (Ardèche). — **R**
Dr Giraud-Teulon, Membre de l'Académie de médecine, 1, rue d'Édimbourg. — Paris.
*Giret (Gustave), Propriétaire, rue de Lespignan. — Béziers.
Dr Girin, 24, rue de Lyon. — Lyon.
*Glaize (Antonin), rue Comte. — Montpellier.
*Glaize (Paul), Préfet du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
Glotin, ancien Officier de la marine, 11, rue de la Devèse. — Bordeaux.
Gobert, Pharmacien-Chimiste. — Montferrand (Puy-de-Dôme).
Dr Gobert (Emile), 2, rue de la Préfecture. — Mont-de-Marsan.
*Gobin, Ingénieur en chef du service municipal, 8, place Saint-Jean. — Lyon. — **R**
*Goblet, Chimiste. — Croix (Nord).
Godard (Camille), Négociant, 106, façade des Chartrons. — Bordeaux.
Godchaux (Auguste), éditeur, 10, rue de la Douane. — Paris. — **R**
Godefroy (l'abbé), Professeur de sciences au petit séminaire. — La Chapelle-Saint-Mesmin (Loiret).
Goffart. — Château de Burtin, par Nouan-le-Fuzelier (Loir-et-Cher).
Dr Goldflam (Samuel). — Varsovie.
Goldschmidt (Frédéric), 22, rue de l'Arcade. — Paris. — **F**
Goldschmidt (Léopold), Banquier, 8, rue Murillo. — Paris. — **F**
Goldschmidt (S.-H.), 33, boulevard Malesherbes. — Paris. — **F**
Dr Goldschmidt. — Graffenstaden, près Strasbourg (Alsace).
Gonet (Georges de), Percepteur des Contributions directes. — Saint-Fort-sur-Gironde.
Gonindard (abbé), Directeur de l'institution des Chartreux. — Lyon.
Gonnard (F.), Ingénieur des hospices, 54, quai Saint-Vincent. — Lyon.
*Gordon (Richard), Bibliothécaire-adjoint, à l'École de médecine. — Montpellier.
Dr Gosse. — Genève.
Gosselet, Professeur à la Faculté des sciences, 18, rue d'Antin. — Lille.
Gosselin, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de médecine, 81, rue Saint-Lazare. — Paris.
Gouget, Archiviste du département. — Bordeaux.
Dr Gouguenheim, Médecin des hôpitaux, 9, rue Neuve-des-Capucines. — Paris.
Gouin (Ernest), Ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, régent de la Banque de France, 4, rue Cambacérès. — Paris. — **R**
Goullin (Gustave-Charles), Consul de Belgique, Adjoint au Maire de Nantes, 13, rue Gresset. — Nantes.
*Goumin (Félix), Propriétaire, 3, route de Toulouse. — Bordeaux. — **R**
Gounouilhou, Imprimeur, 11, rue Guiraude. — Bordeaux. — **F**
Goupilleau, Président de la section d'agriculture de la Société académique, 3, rue Cambronne. — Nantes.
Gourdon (Camille), Professeur de l'école La Martinière. — Lyon.
Gournerie (de la), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 75, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **R**
Gousset, Inspecteur d'académie, 13, rue des Cadeniers. — Nantes.
Gozzadini (Comte J.), Sénateur du royaume d'Italie, ancien Président du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. — Bologne (Italie).
*Grad (Charles), Député au Reichstag, membre de la délégation d'Alsace-Lorraine. — Logelbach (Alsace).
Grancher, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux, 7, rue du Pont-Neuf. — Paris.
*Dr Granel (Maurice). — Saint-Pons (Hérault).
Grandidier, 14, rue de Berry. — Paris.
Grandville, Propriétaire. — Port-Saint-Père (Loire-Inférieure).
*Grasset (J.), Agrégé à la Faculté de médecine, 6 rue Basse. — Montpellier.
*Grasset (Mme Joseph), 6, rue Basse. — Montpellier.
*Gravelle, Pharmacien. — Nevers.
Grawitz (Samuel), Ingénieur civil, fabricant de matières colorantes, 30, avenue Marinville. — Saint-Maur-les-Fossés.
Dr Grenet, rue de la Grosse-Tombe. — Joigny.

GRENIER (O.), Ingénieur-Constructeur, de la maison veuve Chevalier-Grenier, 60, quai de Perrache. — Lyon.
GRENIER, Pharmacien, 61, rue des Pénitents. — Le Havre.
*GRILLIÈRES (Louis), Chef de bataillon du génie. — Montpellier.
GRIMAUX, Professeur de chimie générale à l'Institut national agronomique, Répétiteur à l'École polytechnique, 104, rue d'Assas. — Paris.
GROC, Directeur du service des eaux. — La Rochelle (Charente-Inférieure).
Dr GROCLER. — Ornans (Doubs).
GROLOUS, Ancien Élève de l'École polytechnique, 19, faubourg Saint-Eloi.—Choisy-le-Roi.
GROS (Camille), Professeur à l'École de médecine. — Alger.
GROS (Camille), Employé des lignes télégraphiques, Conseiller municipal, 24, rue Béteille.— Rodez.
*Dr GROS. — Marcilly-sur-Seine.
*GROS (Charles), Membre de la Société des langues romanes, 28, cours des Casernes. — Montpellier.
Dr GROS-GURIN, Député de l'Ain. — Gex (Ain).
*GROSS, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 17, quai Isabey. — Nancy.
GROSSARD (Hippolyte), Négociant. — Bordeaux.
*GROSSETESTE (William), Ingénieur, ancien Élève de l'École centrale, quai de la Suire. — Mulhouse.
GROTTES (comte Jules DES), Conseiller général, 11, place Dauphine. — Bordeaux.
*GROULT, Avocat, Docteur en droit, Fondateur des musées cantonaux. — Lisieux.
*GROUSSET (Eugène), Inspecteur des pharmacies. — Castel-Sarrazin (Tarn-et-Garonne).
GRUNER, Inspecteur général des Mines, 84, rue d'Assas. — Paris. — F
*GRYNFELTT, Profess. agrégé à la Faculté de méd., place Saint-Côme. — Montpellier.
GUÉBHARD, Ingénieur en chef au Chemin de fer de l'Est. — Raincy, près Paris.
*Dr GUÉBHARD (Adrien), licencié ès-sciences mathématiques et physiques, préparateur de physique à la Faculté de médecine, 45 *bis*, rue Perronet. — Neuilly (Seine).
GUÉNIN (C.), Pharmacien de l'École de Paris, ancien interne des hôpitaux, 17, rue l'Église. — Saint-Cloud.
Dr GUÉPIN, rue Thiac. — Bordeaux.
Dr GUÉRIN (Alphonse), Membre de l'Académie de médecine, 17, rue Jean-Goujon. — Paris. — F
GUÉRIN (Jules), Ingénieur civil, 106, boulevard Saint-Germain. — Paris.
GUÉRIN, Proviseur du lycée Blaise-Pascal. — Clermont-Ferrand.
*GUÉRIN DE SOSSIONDO, Vice-Président d'honneur de l'Académie du Progrès, propriétaire. — Château de Fonfrède, par Roullet (Charente).
GUESTIER (Daniel), Membre de la Chambre de commerce. — Bordeaux.
GUESTIER (Gaston), Propriétaire, 40, cours du Trente-Juillet. — Bordeaux.
*GUÉZARD, Principal clerc de notaire, 16, rue des Écoles. — Paris. — R
*GUÉZARD (Mme), 16, rue des Écoles. — Paris.
GUFFROY (Paul), Industriel.
*Dr GUIBAL, fils, 8, rue Dauphine. — Montpellier.
*GUIBAL père (Octave), Inspecteur des chemins de fer de l'Hérault, 8, rue Dauphine. — Montpellier.
GUIARD, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Corbeil.
GUIAUCHAIN, Architecte. — L'Agha (province d'Alger).
GUIBERTEAU (Émile), rue du Cir. — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
Dr GUICHARD (A.), Professeur suppléant à l'École de médecine d'Angers, 75, faubourg Bressigny. — Angers.
GUICHE (marquis DE LA), 16, rue Matignon. — Paris. — F
GUIET (Gustave), 95, avenue Montaigne. — Paris.
*GUIEYSSE, Ingénieur hydrographe de la marine, 42, rue des Écoles. — Paris. — R
GUIGNERY (Alfred), peintre sur métaux, 44, rue de Lancry. — Paris.
*Dr GUILLAUD, Professeur à la Faculté de médecine.— Bordeaux.
GUILLAUME (Léon). — Haraucourt-les-Forges (Ardennes).
*GUILLEMIN, Professeur de physique au Lycée, 18, rampe Vallée. — Alger.
GUILLEY, Président du Cercle des Beaux-Arts, 27, rue de Gigant. — Nantes.
GUILLIBERT (Hippolyte), Avocat à la Cour d'Aix, 3, rue Saint-Claude. — Aix-en-Provence.
GUILLOTIN, 76, rue de Lourmel. — Paris.
GUIMET (Émile), Négociant, place de la Miséricorde. — Lyon. — F
Dr GUIRAUD. — Montauban.
GUNDELACH (Charles), 2, rue de Bretagne. — Asnières.

GUNDELACH (Emile), 14, rue du Bac d'Asnières. — Clichy (Seine).
GUY, Négociant, 29, quai Valmy. — Paris. — **R**
GUYERDET (A.), Attaché aux collections géologiques de l'École des Mines, 36, rue Gay-Lussac. — Paris.
*GUYOT (Yves), Publiciste, 36, rue des Saints-Pères. — Paris.
GUYOT-LAVALINE, Vice-Président du Conseil général du Puy-de-Dôme, Sénateur, 68, rue de Rennes. — Paris.
HACHETTE et Cie, Libraires-Éditeurs, 79, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **F**
HADAMARD (David), 14, rue Bleue. — Paris. — **F**
HALINBOURG (Frédéric), 181, boulevard Malesherbes. — Paris.
*HALLER (A.), Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie. — Nancy.
HALLETTE (Albert), Fabricant de sucre. — Le Cateau (Nord).
HALLEZ (Paul), Pharmacien de 1re classe, 62, rue de Gand. — Lille.
HALLOPEAU (P.-F.-A.), Inspecteur principal au chemin de fer de Lyon, Répétiteur à l'École centrale (Métallurgie), 3, rue de Lyon. — Paris.
Dr HALLOPEAU, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 33, rue Neuve-Saint-Augustin. — Paris.
HALPHEN (Constant), 11, rue Tilsitt. — Paris.
HALPHEN (G.), Capitaine d'artillerie, Répétiteur à l'École polytechnique, 51, rue Sainte-Anne. — Paris.
*HAMBERT (Éd.), Ingénieur. — Au Bousquet d'Orb (Hérault).
*HAMBERT (Mme). — Au Bousquet d'Orb (Hérault).
Dr HAMEAU, Docteur en médecine. — Arcachon.
*HAMELIN (E.), Professeur agrégé à la Faculté de médecine, rue Saint-Roch. — Montpellier.
*HAMELIN (Ernest), Imprimeur, rue de l'Observance. — Montpellier.
HAMOIR (Fernand), Ingénieur des arts et manufactures, Directeur de la fabrique de produits chimiques. — Louvroil-les-Maubeuge (Nord).
Dr HAMY, Aide naturaliste au Muséum, 129, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*HANAPPIER (Mme), 57, rue du Jardin-Public. — Bordeaux.
HANONNE (Gabriel), Préparateur de chimie et d'histoire naturelle à l'Ecole vétérinaire. — Alger.
HAREL, Négociant, 15, rue de la Comédie. — Le Havre.
*HAREMBERT (Armand), Propriétaire. — Verneuil (Eure).
HARAUCOURT (C.), Professeur au Lycée. — Rouen.
HARDY (E.), Chef des travaux chimiques de l'Académie de médecine, 19, rue Bonaparte. — Paris.
HARLÉ, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Lure (Haute-Saône).
HARRISSON (J. Park), 4, Saint-Martin-Place. — Londres.
HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Ingénieur des Mines, Examinateur d'admission à l'École polytechnique, 8, rue Garancière. — Paris. — **F**
HATT, Ingénieur hydrographe, 31, rue Madame. — Paris.
HAUGUEL, Négociant, 35, rue Hilaire-Colombel. — Le Havre.
HAUSER, Négociant, 83, rue Tourneville. — Le Havre.
HAUSSONVILLE (comte D'), Membre de l'Académie française, 109, rue Saint-Dominique. — Paris. — **F**
*HAUTERIVE (Georges D'). — Issoire (Puy-de-Dôme).
HAYÈS, Pharmacien, 12, avenue de la Grande-Armée. — Paris.
Dr HÉARN (A. Williams), 36, rue des Ecuries-d'Artois. — Paris.
HÉBERT, Pharmacien. — Isigny (Calvados).
HECHT (Etienne), Négociant, 19, rue Le Peletier. — Paris. — **F**
*HECKEL, Professeur à la Faculté des sciences, Directeur du Muséum, 139, boulevard Longchamps. — Marseille.
HEDELIN (Mme), 2, rue de Villiers. — Paris (Ternes).
HENNINGER, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 13, rue Daguerre. — Paris.
HENRI-LEPAUTE (Paul), Constructeur d'horlogerie et de phares, 6, rue Lafayette. — Paris.
HENRI-LEPAUTE (Léon), Constructeur d'horlogerie et de phares, 6, rue Lafayette. — Paris.
HENRIOT (Edmond), 41, rue du Sentier. — Paris.
HENRIVAUX, Manufacture de glaces et produits chimiques. — Saint-Gobain (Aisne).
Dr HENROT (Adolphe). — Reims.
*HENROT (Jules), Président du Cercle pharmaceutique de la Marne, 75, rue Neuve. — Reims.
*Dr HENROT (Henri), Profess. suppléant à l'École de méd., 73, rue Neuve. — Reims.

Dr Henry, 39, rue de Béthune. — Lille.
Henry (Edmond), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Privas.
Hentsch, Banquier, 20, rue Le Peletier. — Paris. — **F**
Herbault-Nemours, Agent de change, 12, rue Port-Mahon. — Paris.
Hérilier (Charles), 26, quai Jayr. — Lyon.
*Hermary, Capitaine d'artillerie, 10, rue Chabanais. — Paris.
Héron (Guillaume), Propriétaire, 2, rue Daleyrac. — Toulouse. — **R**
Héron, 7, place de Tourny. — Bordeaux.
*Hérouard (Jules), ancien Élève de l'École centrale, 39, route de Rouvroy. — Saint-Quentin (Aisne).
Herscher (Charles), Ingénieur civil, 42, rue du Chemin-Vert. — Paris.
Hervé-Mangon, Membre de l'Institut, Directeur du Conservatoire des Arts-et-Métiers 3, rue Saint-Dominique. — Paris.
Herzog (Mlle Elisa), chez Mme Kern à la légation suisse, 3, rue Blanche. — Paris.
Hillel frères, 31, rue Lafayette. — Paris. — **F**
Himely, Négociant, 38, rue de la Côte. — Le Havre.
Hippeau (C.), Secrétaire du Comité des travaux historiques au Ministère de l'instruction publique, 12, rue de Varennes. — Paris.
Hirsch, Architecte en chef de la ville, 17, rue Centrale. — Lyon.
Hirsch, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 20, avenue de l'Opéra. — Paris.
Hoel (J.), Fabricant de lunettes, 26, boulevard Voltaire. — Paris. — **R**
Hofmann (H.), Professeur de langue allemande, rue de Joinville, impasse Quesnay. — Le Havre.
Dr Hoggan (Mme Francès-Élisabeth), Membre des British Association for the Advancement of Science et British Medical Association, 13, Grandville place, Portman square. — Londres. W.
Dr Hoggan (George), Membre des British Association for the Advancement of Science et British Medical Association, 13, Grandville place, Portman square. — Londres. W.
Holstein (P.), Agent de change, 20, rue de Lyon. — Lyon.
Horster, Professeur au collège de Soissons. — Soissons.
Hottinguer, Banquier, 38, rue de Provence. — Paris. — **F**
Houel, Ingénieur, 75, avenue des Champs-Élysées. — Paris. — **F**
Houzé de l'Aulnoit (Alfred), Professeur à l'École de médecine. — Lille.
Houzé de l'Aulnoit (Mme Alfred). — Lille.
Houzé de l'Aulnoit, Avocat. — Lille.
*Hovelacque (Abel), Professeur à l'École d'anthropologie, conseiller municipal, 39, rue de l'Université. — Paris. — **F**
Hovelacque-Gense, 2, rue Fléchier. — Paris. — **R**
Hovelacque-Khnopff, 88, rue des Sablons. — Passy-Paris. — **R**
Hovelacque-Mahy, 99, rue Royale. — Lille.
Hubert (Pierre), Industriel, 6, rue Scribe. — Nantes.
Huchon, Architecte, 33, rue Casimir-Perier. — Le Havre.
Huet (Louis), Ingénieur chimiste, 11, place de la Gare. — Lille (Nord).
Huguet, Professeur adjoint à l'École de médecine et de pharmacie. — Clermont-Ferrand.
Hulot, ex-Directeur de la fabrication des timbres-poste, à la Monnaie, 26, place Vendôme. — Paris. — **R**
Humbert (G.), 45, rue Malesherbes. — Lyon. — **R**
Huré (L.), Ingénieur civil, 56, rue de la Tannerie. — Abbeville.
Dr Hureau de Villeneuve, 95, rue Lafayette. — Paris. — **F**
Hureau de Villeneuve (Mme), 95, rue Lafayette. — Paris.
Huret (E.), 24, avenue des Champs-Élysées. — Paris.
Husson, Maire de Viry-Châtillon. — Viry-Châtillon.
Huyard (Henry), Fabricant de produits chimiques et d'engrais, 55, rue Sauteyrou. — Bordeaux.
Huyot, Ingénieur des Mines, Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 10, rue du Cirque. — Paris. — **F**
Dr de Hysern (Joachim), ancien Professeur, Conseiller royal, Inspecteur général de l'instruction publique d'Espagne, 20, rue du Prado. — Madrid.
Dr Icard, Secrétaire général de la Société des sciences médicales, 48, rue de Lyon. — Lyon.
*Icard (J.), Pharmacien, 24, cours Belzunce. — Marseille.
Illaret (A.), Vétérinaire. — Saint-Ferme, par Monségur (Gironde).
Iselin, Négociant, 51, rue de la Côte. — Le Havre.

Issaurat, Publiciste, 98, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Izarn, Professeur de physique au Lycée. — Clermont-Ferrand.
Jaccoud, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 62, boulevard Haussmann. — Paris.
*Jackson (James), Secrétaire de la Société de géographie, 13, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris. — **R**
Jacquet, Directeur de l'usine de la Voulte. — La Voulte (Ardèche).
Jacquemart (Frédéric), 58, faubourg Poissonnière. — Paris. — **F**
*Jacquemet (Pierre), Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 51, Grande-Rue. — Montpellier.
*Jalard, Pharmacien, 526, rue Sainte-Anne.— Narbonne.
Jalard (Justin), Avocat, Juge de paix suppléant. — Narbonne.
Jallande-Cruville, Propriétaire, 11, rue des Cadeniers. — Nantes.
Jameson (Conrad), Banquier, 38, rue de Provence. — Paris. — **F**
Jangot, Propriétaire, 7, rue Montée-des-Anges. — Lyon.
*Jansen (Georges), Négociant, 18, quai de Bosc. — Cette.
Janssen, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire physique. — Meudon (Seine-et-Oise).
Jaquiné, Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées. — Nancy.
Jarmain (Georges), Chimiste. — Huddersfield (Angleterre).
*Jaumes, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.
*Jaumes (Mad.), 5, rue Sainte-Croix. — Montpellier.
*Dr Javal, 58, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris. — **R**
Dr Jean, ancien interne des hôpitaux de Paris, 66, rue d'Alésia. — Paris.
Jean (Paul), Constructeur d'appareils à gaz, 52, rue des Martyrs. — Paris.
*Jeanjean, Professeur à l'École de pharmacie. — Montpellier.
*Jeanjean (Antoine). Rentier. — Béziers.
*Jeanjean, Propriétaire et géologue. — Saint-Hippolyte-du-Fort (Gard).
*Jeannel (Charles), Professeur honoraire à la Faculté des lettres, 43, place Notre-Dame. — Montpellier.
*Jeannenot (Louis), Professeur à l'École d'agriculture, 9, rue Guillaume-de-Nogaret (faubourg Saint-Dominique). — Montpellier.
Dr Jeannin (O.). — Montceaux-les-Mines (Saône-et-Loire).
Jennepin, Chef d'institution. — Consolre (Nord).
Dr J-Moure (E.), 7, rue Corneille. — Paris.
Joanne (Ad.), Président honoraire du Club Alpin français, 20, rue Gay-Lussac. — Paris.
*Dr Jobert, Professeur à la faculté des sciences. — Dijon.
Johannot (H.), Fabricant de papiers. — Annonay (Ardèche).
Johnston (Nathaniel), ancien Député, pavé des Chartrons. — Bordeaux. — **F**
Jolly (Léopold), Pharmacien, 64, faubourg Poissonnière. — Paris.
Jolly de Boissel. Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Bordeaux.
Joly (Charles), Vice-Président de la Société centrale d'horticulture de France. 11, rue Boissy-d'Anglas. — Paris.
*Dr Joly (Nicolas), Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences. — Toulouse.
Dr Jolyet, Chargé de cours à la Faculté de médecine. — Bordeaux.
Jones (Charles), chez M. R.-P. Jones, 14, boulevard Malesherbes. — Paris. — **R**
Jonquieres (de), Contre-amiral, Préfet maritime. — Rochefort-sur-Mer.
Jordan (A.), Professeur, 40, rue de l'Arbre-Sec. — Lyon. — **R**
Jordan (Camille), Ingénieur des Mines, Professeur à l'Ecole polytechnique, 48, rue de Varennes. — Paris. — **R**
*Joret, Ingénieur, Constructeur de chemin de fer, 80, rue Taitbout. — Paris.
Dr Jorissenne, Membre de la Société de géologie de Belgique et de la Société malacologique. — Liége (Belgique).
Jouanny (Georges), Fabricant de papiers peints, 70, faubourg du Temple. — Paris.
Joubert (A), Pharmacien de 1re classe. — Rochefort-sur-Mer.
Jouet (Daniel), Ingénieur agronome, Délégué régional adjoint pour le phylloxera, 27, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
*Jouffroy (Ch.), 1, rue Childebert. — Lyon.
Joulie, Pharmacien à la Maison municipale de Santé, 200, faubourg Saint-Denis. — Paris.
*Joulin (Léon), Ingénieur. — Toulouse.
Dr Jouon, 23, rue du Moulin. — Nantes.

JOURDAN (Adolphe), Libraire-Éditeur, 4, place du Gouvernement. — Alger.
Dr JOURDANET, 1, rue de Berry. — Paris. — **F**
JOURDANNE, Pharmacien, 52, quai de la Fosse. — Nantes.
JOURDIN, Chimiste, Inspecteur des établissements insalubres, 3, boulevard de Belleville. — Paris.
JOUSSET DE BELLESME, Professeur de physiologie à l'École de médecine de Nantes, ex-Professeur à l'École Turgot, 12, rue Chanoinesse. — Paris.
JOY (Ch. A.), ancien professeur de chimie, 117, East 70 street. — New-York.
JOYAU, Professeur de philosophie au Lycée de Limoges. — Limoges.
JUGLARD (Mme J.), 1, rue Lavoisier. — Paris.
JULIEN, Professeur de géologie à la Faculté des sciences. — Clermont-Ferrand.
*JULLIAN, ancien Directeur de l'École normale, faubourg Boutonnet. — Montpellier.
JULLIEN, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Carcassonne (Aude).
JULLIEN (Jean), Chimiste, 2, rue de l'Université. — Paris.
Dr JULLIEN, 3, rue des Trois-Enfants. — Lyon.
JUNGFLEISCH, Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie, 38, rue des Ecoles. — Paris. — **R**
JUSSELIN, Propriétaire, 8, rue Madame Lafayette. — Le Havre.
JUTEAU, Négociant, 6, rue de Bourgogne. — Le Havre.
KANN, Banquier, 58, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris. — **F**
Dr KELLER (Th.), 114, rue Pierre-Charron. — Paris.
Dr KIRCHBERG, Professeur suppléant à l'École de médecine, 1, rue Basse-du-Château. — Nantes.
*KLIPFFEL (Auguste), Négociant. — Béziers.
Dr KLOZ, 36, cours de Tourny. — Bordeaux.
*KNAPPERT (Mlle Jeanne), boulevard de l'Esplanade. — Montpellier.
KŒCHLIN (Jules), avenue Ruysdaël, 4 (parc Monceaux). — Paris. — **R**
KŒCHLIN (Émile), 69, boulevard Saint-Michel. — Paris.
KŒNIG (Théodore), Rentier, 21, rue de Vaugirard. — Paris.
Dr KOHN, 39, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
Dr KOHN (Arthur), 4, rue Lavoisier. — Paris.
KÖNIGSWARTER (Antoine), 60, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris. — **F**
KOROSI (Joseph), Directeur du bureau municipal de statistique, Membre de la Commission internationale de statistique. — Budapest (Autriche-Hongrie).
KOVALSKI, Professeur à l'École supérieure de commerce et d'industrie, 18, rue Ravez. — Bordeaux.
*KOWNACKI (A.) Directeur associé de l'institution Mary, 10, rue de Neuilly. — Clichy (Seine).
KRAFFT (Eugène), Professeur de mathématiques, au Lycée. — Périgueux.
KRANTZ, Sénateur, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, commissaire général de l'Exposition universelle, 47, rue La Bruyère. — Paris. — **F**
KRANTZ (Camille), Maître des requêtes au Conseil d'État, 66, rue François Ier. — Paris.
KÜBLER (Gustave), négociant. — Altkirch (Haut-Rhin) Alsace.
KUNKLER, Ex-Capitaine d'artillerie, 102, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
KUHLMANN (Frédéric), Correspondant de l'Institut. — Lille. — **F**
KUHLMANN fils, 4, rue du Maire. — Lille. — **R**
*KUNHOLTZ-LORDAT, rue Saint-Guillaume. — Montpellier.
LABADIE (F.), Instituteur. — Xaintrailles, canton de Lavardac (Lot-et-Garonne).
LABAT (A.), Professeur à l'école vétérinaire de Toulouse. — Toulouse.
Dr LABBÉ, 28, rue Jacob. — Paris.
*LABBÉ (Henri), Garde général des forêts. — Alais.
LABOUREUR (L.), Pharmacien, rue des Missions. — Paris.
LABRUNIE, Négociant, 49, pavé des Chartrons. — Bordeaux. — **R**
*LACAZE-DUTHIERS (DE), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences, 7, rue de la Vieille-Estrapade. — Paris.
LACHAIZE (Laurent), Peintre-Verrier. — Rodez.
*LACHAPELLE (Gaston), Etudiant en médecine, 6, rue Croix-d'Or. — Montpellier.
*Dr LACHAUD. — Lugon (Gironde).
LACRETELLE, Ingénieur. — Bois-d'Oingt (Rhône). — **R**
LACROIX, Propriétaire. — Saint-Loubès (Gironde).
Dr LADREIT DE LA CHARRIÈRE, Médecin de l'Asile des sourds-muets, 1, rue Bonaparte. — Paris.
*LADUREAU, Directeur du laboratoire de l'État et de la Station agronomique du Nord. — Lille.

Ladureau (Mme Albert), 14, rue des Jardins. — Lille.
Laennec, Directeur de l'École de médecine, 13, boulevard Delorme. — Nantes. — **R**
Lafargue (Georges), Sous-Préfet. — Oloron.
Lafargue, Industriel. — Manufacture de Laprade, par Aubeterre (Charente).
Dr Lafaurie, 25, rue de Joinville. — Le Havre.
Dr Lafitte, Médecin consultant. — Coutras (Gironde).
Lafitte (Paul), 6, rue Castellane. — Paris.
Lafitte, Négociant, 21, rue Meslay. — Paris.
Lafon, Professeur à la Faculté des sciences, 2, place Louis XVI. — Lyon.
Lafont (Georges), Architecte, 17, rue Rosière. — Nantes.
Lafont (Jules), Propriétaire, 38, rue Saint-Jacques. — Le Puy-en-Velay.
*Lagarde (Le baron de), Colonel en retraite. — La Coulette près Montagnac (Hérault).
*Dr Lagneau (Gustave), Membre de l'Académie de médecine, 38, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris. — **F**
Lagneau (Mme), 38, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
Dr Lagout, — Aigueperse (Puy-de-Dôme).
Lagrave, Magistrat, 27, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
Lagrené (de), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine-et-Oise).
Lagrolet, Négociant, 124, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Dr Lahens (Th.), 49, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
Dr Lailler, 22, rue Caumartin. — Paris.
Lair (le comte Charles de), 18, rue Las Cases. — Paris.
Laire (G. de), 92, rue Saint-Charles. — Paris.
*Laisant, Député de la Loire-Inférieure, 5, rue de l'Aqueduc. — Paris.
*Laissac (Alexandre), Maire. — Montpellier.
Lalande (de), 22, rue d'Enfer. — Paris.
Lalande (Jérome de), Avoué. — Rodez (Aveyron).
Lalande (Armand), Négociant, 84, quai des Chartrons. — Bordeaux. — **F**
Lalanne, 23, rue Doidy. — Bordeaux.
Lalanne, Propriétaire. — Castillon (Gironde).
Lalanne, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 28, rue des Saint-Pères. — Paris.
Laleman, Propriétaire, 25, rue du Fossart. — Valenciennes.
Dr Lalesque (Jules). — La Teste (Gironde).
Lallemand (A.), Doyen de la Faculté des sciences. — Poitiers.
Dr Lallement (Ed.), Professeur suppléant à l'École de Nancy, 28, rue Saint-Dizier. — Nancy.
Lallié (Alfred), Avocat, 11, avenue Camus. — Nantes. — **R**
Lalouette, Directeur de *l'Omnium*, 13, rue de Lyon. — Lyon.
Lamé-Fleury, Conseiller d'État, Ingénieur en chef des Mines, secrétaire du Conseil général des Mines, 62, rue de Verneuil. — Paris. — **F**
Lamic (J.), Pharmacien, 8, place des Capucins. — Bordeaux.
Lamotte (Martial), Directeur du Jardin botanique. — Clermont-Ferrand.
Lamouroux, Chef de bataillon en retraite, 186, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
Lamy (Ernest), 83, rue Taitbout. — Paris. — **F**
Lan, Ingénieur en chef des Mines, Directeur des Forges de Châtillon et de Commentry, 3, rue du Regard. — Paris. — **F**
Lancelin (Jean-Baptiste), Ingénieur en chef, adjoint au Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 27, rue Godot-de-Mauroy. — Paris.
*Lancereaux, Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 3, rue Volney. — Paris.
*Lancereaux (Mme), 3, rue Volney. — Paris.
Landa, Rédacteur du *Progrès de Saône-et-Loire*. — Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).
Landard, Sous-Préfet. — Marmande.
Dr Lande, Chef interne de l'hôpital Saint-André, rue Vital-Carles. — Bordeaux.
Dr Landowski, 31, rue Chaptal. — Paris.
Dr Landowski (Paul), 31, rue Chaptal. — Paris.
Landrin, Chimiste, 10, rue de Lancry. — Paris.
Landron, Pharmacien. — Dunkerque.
Dr Lanessan (de), Professeur agrégé à la Faculté de médecine, conseiller municipal, 13, rue des Halles. — Paris.
Lang, Directeur de la Société d'enseignement professionnel, 7, rue des Marronniers — Lyon.

LANGER (Edouard), Négociant, rue Marie-Talbot. — Le Havre (Sainte-Adresse).
LANGER (Paul), Négociant, 116, rue Saint-Thibault. — Le Havre.
*Dr LANGLADE (Justin). — Béziers (Hérault).
LANGLET (Mme), 67, rue de Venise. — Reims.
Dr LANGLET, 67, rue de Venise. — Reims.
*LANNEGRACE (Paul), Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 16, rue Saint-Guilhem. — Montpellier.
LANOIRE (Albert), 8, rue Hustin. — Bordeaux.
Dr LANTIER (E.). — Corbigny (Nièvre). — R
LANUSSE fils, Négociant, 13, rue du Temple. — Bordeaux.
*LAPEYRIÈRE (Gabriel DE), Propriétaire. — Château de Riencazé par Saint-Gaudens (Haute-Garonne).
LAPORTE, Professeur du cours municipal de géométrie et de mécanique, 71, rue Mouneyra. — Bordeaux.
LAPORTE (Maurice), Négociant. — Jarnac (Charente).
LAPPARENT (DE), Ingénieur des mines, 3, rue de Tilsitt. — Paris. — F
LAQUIÈRE, Ancien élève de l'École polytechnique, 5, galerie Malakof. — Alger.
Dr LARAUZA, Médecin en chef des Thermes. — Dax (Landes).
LAROCHE (Félix), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris. — R
LAROCHE (Mme Félix), 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris. — R
LA ROCHE-TOLAY (H. DE), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Bordeaux.
LAROQUE, Professeur de mathematiques spéciales au lycée, rue Malherbe. — Nantes.
Dr LAROYENNE, Chirurgien en chef de la Charité, chargé de clinique complémentaire à la Faculté de médecine de Lyon, 110, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
LAROZE (Alfred), Avocat, 17, rue Montméjan. — Bordeaux.
LAROZE (Numa), Négociant, 18, quai des Chartrons. — Bordeaux.
LARRÉ, Avoué, rue Vital-Carles. — Bordeaux.
LARREY, Négociant industriel, 50, quai de la Fosse. — Nantes.
LARREY (le Baron), Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, Député des Hautes-Pyrénées, 91, rue de Lille. — Paris. — F
LARRONDE (E.), Conseiller municipal, 9 rue Vauban. — Bordeaux.
LARTET, Docteur ès-sciences, chargé de cours à la Faculté des Sciences. — Toulouse.
LATASTE, Maire de Libourne. — Libourne.
*LATASTE, Répétiteur à l'École des Hautes-Études, 7, avenue des Gobelins. — Paris.
LATHAM (Ed.), Négociant, 41, rue de la Côte. — Le Havre.
LATHAM (Lionel), 9, rue Escarpée. — Le Havre. — R
LAUBENHEIMER, Brasseur. — Nérac.
LAUBENHEIMER (Mme). — Nérac.
LAUMER (DE SAINT-), ancien Maire. — Chartres (Eure-et-Loir).
LAURAS, Pharmacien, 23, rue d'Isly. — Alger.
*LAURENS (Joseph-Bonaventure), Peintre, 4, rue Carré-du-Roi. — Montpellier.
LAURENT, Directeur de la fabrique de produits chimiques. — Loos, près Lille.
LAURENT, Négociant, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
LAURENT (DE SAINT-), Avocat, 68, rue David-Johnston. — Bordeaux.
*LAURÈS (Emile), Avoué. — Béziers (Hérault).
LAURIÈRE (DE), Secrétaire général de la Société française d'archéologie, 15, rue des Saints-Pères. — Paris.
*LAUSSEDAT (le colonel), Directeur des études à l'École polytechnique, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, 23, rue Descartes. — Paris. — R
Dr LAUSSEDAT (Henri). — Moulins (Allier).
LAUTH (Ch.), Directeur de la manufacture de Sèvres, 2, rue de Fleurus. — Paris. — F
LAVALLÉE (Alphonse), Secrétaire général de la Société d'horticulture, 6, rue de Penthièvre. — Paris. — R
LAVALLEY (Étienne), Propriétaire, 6, rue de Rome. — Paris.
LAVALLEY, Ingénieur, Manoir bois Tillard. — Pont-l'Évêque. — R
LAVOLLÉE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 50, boulevard de Strasbourg. — Paris.
LAWRENCE-SMITH, Président du Congrès scientifique américain. — Louisville (Kentucky, United States.)
LAWTON (William), Négociant, Pavé-des-Chartrons. — Bordeaux.
LAX, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 17, rue Joubert. — Paris.
LEBAIGUE (Eug.), Chimiste, 117, rue Vieille-du-Temple. — Paris.

Lebeault (P.), 53, rue Réaumur. — Paris.
Le Blanc (Victor), Négociant, rue de Vertou. — Nantes.
Le Blanc (Félix), Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 9, rue Vieille-Estrapade. — Paris.
Leblanc (René), Professeur de chimie. — Reims.
Dr Le Blanc (F.), Préparateur des cours de thérapeutique à la Faculté de Paris, 5, place Pereire. — Paris.
Dr Le Blaye (J.), 9, cours de Gourgues. — Bordeaux.
Dr Le Blond (A.), Médecin adjoint de Saint-Lazare, 9, rue de Mulhouse. — Paris.
Dr Le Bon, 29, rue de la Ferme-des-Mathurins. — Paris.
Lebon (Ernest), 11, rue des Feuillantines. — Paris.
*Le Bourdais (Théophile), receveur municipal, 14, rue Dauphine. — Montpellier.
Leboutecx (E.), Teinturier en soie, 17, rue Basse-des-Ursins. — Paris.
Le Bouvier, Entrepreneur, au Pont-Rouge. — Rochefort.
Le Bouvier (Mme), au Pont-Rouge. — Rochefort (Charente-Inférieure).
Lebret (Paul), 148, boulevard Haussmann. — Paris. — R
Lebrun, Entrepreneur de travaux, 7, rue Caligny. — Le Havre.
Dr Lecadre (A.), 13, rue Fontenelle. — Le Havre.
Lecadre (Mme), 13, rue Fontenelle. — Le Havre.
*Le Camus (Louis), Propriétaire, 23, rue Maguelonne. — Montpellier.
Lecarme, Professeur de chimie au collège Chaptal, 37, rue Saint-Pétersbourg. — Paris.
Lechat (Charles), maire de Nantes, place Launay. — Nantes. — R
Le Chatelier (Henry), Ingénieur des Mines, 33, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Lechevrel (Ernest), Étudiant. — Chanu (Orne).
Le Cler (Achille), Ingénieur civil, Maire de Bouin (Vendée), 47, rue Bonaparte. — Paris.
Dr Leclerc (Alfred). — Rouillac (Charente).
Lecomte-Brebre. — Mousseaux, près Romorantin (Loir-et-Cher).
Leconte, Ingénieur civil des Mines, 49, rue Laffitte. — Paris. — F
Lecoq de Boisbaudran, Correspondant de l'Institut, Négociant. — Cognac. — F
*Lecrosnier (Emile), Libraire-Éditeur, 23, place de l'École-de-Médecine. — Paris.
Dr Leguyer (H.). — Beaurieux (Aisne).
Ledanois, ancien Référendaire au Sceau, 14, rue de Maubeuge. — Paris.
Ledoux (Samuel), Négociant, 29, quai de Bourgogne. — Bordeaux.
Ledru, Professeur à l'École de médecine. — Clermont-Ferrand.
Ledru, Architecte, Président de la Commission départementale. — Clermont-Ferrand.
Leduc (H.), 28, rue Larochefoucauld. — Paris.
*Dr Leenhardt (René). — Montpellier.
*Leenhardt (Frantz), Professeur à la Faculté. — Montauban (Tarn-et-Garonne).
*Leenhardt (Roger), Négociant, cours des Casernes. — Montpellier.
*Leenhardt (Jules), Négociant, rue Clos-René (maison Vidal). — Montpellier.
*Leenhardt (Charles), Négociant, président de la Chambre de commerce, 27, cours des Casernes. — Montpellier.
*Leenhardt (Max), 16, rue Saint-Roch. — Montpellier.
Lefevre (Léon), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Abbeville (Somme).
Lefèvre, 45, rue Richelieu. — Paris.
Lefort (Jules), Membre de l'Académie de médecine, 87, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Lefort (Joseph), Avocat à la Cour d'appel, 44, rue Lafayette. — Paris.
Lefort (Pierre), Étudiant en droit, 21, boulevard Rochechouart. — Paris.
Lefort (Gustave), 87, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Le Fort (Léon), Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 96, rue de la Victoire. — Paris. — F
Dr Le Gendre. — Pauillac (Gironde).
Léger (Léopold), Ingénieur civil, 2, rue Juba. — Alger.
*Léger (Alfred), Ingénieur, 28, rue Bourbon. — Lyon.
Legrand, Négociant, 3 et 5, rue Naudé. — Le Havre.
Legris (Georges), Ingénieur mécanicien. — Maromme (Seine-Inférieure).
Legris (Edouard), Ingénieur mécanicien. — Maromme (Seine-Inférieure).
Legray (Louis), Architecte expert, 3, rue de la Sainte-Chapelle. — Paris.
*Le Lasseur, 120, rue de Paris. — Nantes.
Leloir, Interne des Hôpitaux, 17, rue Monge. — Paris.
Dr Lelorain, 16, rue Monge. — Paris.

Lemarchand (Abel), Constructeur de navires, 29, rue du Perrey. — Le Havre.
Le Marchand (Augustin), Ingénieur géologue. — Les Chartreux, Petit-Quevilly, près Rouen. — F
Lemarié (Eugène), Naturaliste. — Saint-Jean-d'Angely (Charente-Inférieure).
Lemercier (Comte Anatole), Maire de Saintes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Lemerre (A.), Éditeur, 27-31, passage Choiseul. — Paris.
Le Mesle (G.), Géologue, 6, rue du Grain-d'Or. — Blois.
Lemeunier (J.-H.), Avocat à la Cour d'appel, 79, boulevard Beaumarchais. — Paris.
Lemierre (Ferd.), Négociant en vins, 74 et 74 bis, rue Mondenard. — Bordeaux.
*Lemoine (Émile), Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique, 55, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Lemoine (G.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 76, rue d'Assas. — Paris.
*Lemoine (Mme), 16, rue de la Belle-Image. — Reims.
*Lemoine, Professeur à l'École de médecine, 16, rue de la Belle-Image. — Reims.
Le Monnier, Professeur de botanique à la Faculté des sciences, 5, rue de la Pépinière. — Nancy. — R
Lemut, Ingénieur civil, 6, rue de l'Entrepôt. — Nantes.
Lenevez (Ernest), Ingénieur civil, 41, chaussée de la Madeleine. — Nantes.
Lennier (G.), Directeur du Musée d'histoire naturelle, 2, rue Bernardin-de-Saint-Pierre. — Le Havre.
Lenois, Négociant, Membre du Conseil municipal, 9, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Lenoir (Léon), Architecte, 11, rue Contresscarpe. — Nantes.
Dr Léon, Professeur à l'École de médecine navale. — Rochefort.
Léon (Adrien), Député de la Gironde, 5, rue Foy. — Bordeaux.
Léon (Alexandre), Administrateur de la Compagnie du Midi, Armateur, 11, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
Léon (Anselme), Négociant, 22, rue Fondaudège. — Bordeaux.
Dr Leon-Dufour (A.). — Saint-Sever-sur-Adour (Landes).
Le Paige (Ch.), Docteur ès-sciences, professeur à l'Université de Liége. — Liége.
Lepine, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon. — Lyon. — R
*Le Prince (Dominique), publiciste. — Lebarre-Deuil (Seine-et-Oise).
Lequeux (J.), Architecte, 1, rue de Beaune. — Paris.
Leroux, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Saint-Julien-de-Vouvantes (Loire-Inférieure).
*Dr Leroux (Armand). — Ligny-le-Châtel (Yonne).
Le Roux (Henri), Chef de division à la préfecture de la Seine, 14, rue Cambacérès. — Paris.
Leroy, Pharmacien, 137, rue de Paris. — Le Havre.
*Leroy-Beaulieu (Pierre-Paul), Membre de l'Institut, Conseiller général de l'Hérault, 27, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris.
Dr Lescarde, 11, rue du Blanc-Pignon. — Arras.
Lescarret, Président de la Société philomathique, rue Montméjan. — Bordeaux.
Lesmaris, Notaire, 23, rue Pascal. — Clermont-Ferrand.
Lesnier (Frédéric), Conseiller général de la Gironde. — Carbon-Blanc (Gironde).
*Lespiault, Professeur à la Faculté des sciences, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux. — R
Lespiault (Maurice), Conservateur du musée. — Nérac.
Lesseps (Ferdinand de), Membre de l'Institut, Président-Fondateur de la Compagnie universelle du canal maritime de l'Isthme de Suez, 9, rue Richepance. — Paris. — F
Lessert (Alex. de), 15, rue de Bordeaux. — Le Havre.
Lestrange (le vicomte de). — Saint-Junien, par Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure).
*Dr Lesure (Alfred), Conseiller général des Ardennes. — Attigny (Ardennes).
*Lesure (Maurice), Élève à Sainte-Barbe. — Attigny (Ardennes).
Letellier (A.), Avocat défenseur, Conseiller général, 26, rue Duquesne. — Alger.
Dr Letessier. — Lormont-Bordeaux.
Letievant (E.), Professeur, Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, de Lyon, 16, place Bellecour. — Lyon.
Dr Letourneau, 1, rue Sainte-Catherine d'Enfer. — Paris.
Letourneux, Conseiller à la Cour d'appel. — Alexandrie (Égypte).
Letourneux, Président honoraire du Tribunal de Fontenay, 5, rue Jean-Jacques. — Nantes.

LETRANGE (Édouard), ancien Maire. — Charleville (Ardennes).
*LEUDET, Directeur de l'École de médecine de Rouen, 49, boulevard Cauchoise. — Rouen. — **F**
*LEUDET (Mme), 49, boulevard Cauchoise. — Rouen.
*LEUDET (Ollivier), Externe des hôpitaux de Paris, 18, rue Soufflot. — Paris.
*LEUDET (Robert), Étudiant, 49, boulevard Cauchoise. — Rouen.
LEVAINVILLE et RAMBAUD, Négociants, 16, rue du Parc-Royal. — Paris.
*LEVASSEUR, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 26, rue Monsieur-le-Prince. — Paris. — **R**
LEVI-ALVARÈS (Albert), Ingénieur civil, 20, rue de Lisbonne. — Paris.
Dr LEVIEUX, Vice-président du Conseil d'hygiène et de salubrité de la Gironde. — Bordeaux.
LÉVY-CRÉMIEUX, Banquier, 34, rue de Châteaudun. — Paris. — **F**
L'HOTE, Chimiste, 19, boulevard Magenta. — Paris.
LHÉRITIER, Mathématicien. — Bourges.
*Dr LIAUTAUD, 35, rue Tubaneau. — Marseille.
LIBAUDIÈRE, 1, rue Duplessis. — Bordeaux.
*LICHTENSTEIN (Henri), Négociant, cours des Casernes (Maison Andrieux). — Montpellier.
*LICHTENSTEIN (Jules), Rentier. — Villa la Lironde, près Montpellier.
LIECTHY (Armand), Agent général de la compagnie d'assurances l'Union. — Clamecy (Nièvre).
LIGUINE (V.), Professeur à l'Université. — Odessa (Russie).
LILIENTHAL, Membre de la Chambre de commerce, 13, quai de l'Est. — Lyon.
LIMOUSIN (S.), Pharmacien, 2 *bis*, rue Blanche. — Paris.
LIMUR (Comte DE), Membre de la Société géologique de France, hôtel de Limur. — Vannes.
LINDER, Ingénieur en chef des Mines. — Vienne (Autriche).
LIONNET, Courtier, Membre de la Société géologique de Normandie, 17, rue Escarpée. — Le Havre.
LIOUVILLE, Député de la Meuse, Agrégé de la Faculté de médecine de Paris, 3, quai Malaquais. — Paris.
LISBONNE, Ingénieur de la Marine, 168, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris. — **R**
*LISBONNE (Gabriel), fils, Avoué à la Cour. — Montpellier.
*LISBONNE (Eugène), Avocat, Député de l'Hérault. — Montpellier.
*LISBONNE (Georges), 5, plan du Palais. — Montpellier.
*LISBONNE (Gaston), Avocat, 5, plan du Palais. — Montpellier.
LIVACHE, Ingénieur civil, 24, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
*Dr LIVON (Ch.), Professeur suppléant à l'École de médecine, 14, rue Peirier. — Marseille.
LOCARD (Arnould), Ingénieur civil, 59, rue de la Reine. — Lyon.
LOCARD, Membre de la Société d'agriculture, 59, rue de la Reine. — Lyon.
LOCHE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 16, rue de Berlin. — Paris. — **F**
Dr LŒWENBERG (DE), Médecin auriste, 15, rue Auber. — Paris.
LŒVY (Maurice), Astronome, Sous-Directeur de l'Observatoire, 6, rue Cassini. — Paris.
LOIR, Professeur à la Faculté des sciences, 54, avenue de Noailles. — Lyon.
*LOISNEL, Maire de Neufchâtel (Seine-Inférieure).
LOMBARD (Louis), Ingénieur civil, 4, rue Constantine. — Lyon.
LONGCHAMPS (G. DE), Professeur de mathématiques spéciales au lycée Charlemagne, 7, rue d'Arcole. — Paris. — **R**
LONCKE, Directeur particulier de la Compagnie d'Assurances générales, 13, boulevard de la Liberté. — Lille.
LONGHAYE (Aug.), Négociant, 22, rue de Tournay. — Lille. — **R**
LORDEREAU, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Montargis.
LORENTI, cadet, Secrétaire général de la Société d'agriculture, 22, cours Morand. — Lyon.
LORIEUX (Edmond), Ingénieur des Mines, 3 *bis*, rue Bonne-Louise. — Nantes.
LORIN, Préparateur de chimie industrielle et de physique générale, Chef de manipulation de physique à l'École centrale des arts et manufactures, 5, place des Vosges. — Paris.
*LORIOL (P. DE), Géologue. — Fontenex, près Genève (Suisse).
*LORIOL (DE), Ingénieur civil, ancien Élève de l'École des Mines, 46, rue Centrale. — Lyon. — **R**

Dr Lortet, Doyen de la Faculté de médecine de Lyon, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, 1, quai de la Guillotière. — Lyon. — **F**
Lory (Charles), Doyen de la Faculté des sciences. — Grenoble.
Loste, Notaire, 50, rue Ferrère. — Bordeaux.
*Lottin, Juge de paix. — Noyers (Loir-et-Cher).
*Lottin (Mme Gabrielle). — Noyers (Loir-et-Cher).
Lotz-Brissonneau, Ingénieur civil, 86, quai de la Fosse. — Nantes.
Louer (Jacques), Brasseur, 20, rue d'Étretat. — Le Havre.
*Lougnon (Cyr), Étudiant, 48, rue Gay-Lussac. — Paris.
*Lougnon (Victor), 48, rue Gay-Lussac. — Paris.
Loyer (Henri), Filateur, 394, rue Notre-Dame. — Lille. — **R**
*Loyson, Président honoraire en Cour d'appel, 42, rue Vaubécour. — Lyon.
*Lucas (Edouard), Professeur au Lycée Saint-Louis, 2, rue du Bellay. — Paris.
Lucas (Charles), Architecte, 8, boulevard Denain. — Paris.
*Lucas-Championnière, Chirurgien des hôpitaux, 50, faubourg Poissonnière. — Paris.
Ludre-Gabillaud fils, Avocat, rue Nationale. — La Châtre (Indre).
Lugol, Avocat, 11, rue de Téhéran (parc Monceaux). — Paris. — **F**
*Lunaret (Léon de). — Montpellier.
Luneau, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Arras.
Dr Lunier, Inspecteur général des asiles d'aliénés de France, 6, rue de l'Université. — Paris.
Lusseau (Daniel), Notaire. — Saint-Fort sur Gironde (Charente-Inférieure).
Lutscher, Banquier, 43, rue La Bruyère. — Paris. — **F**
Luuyt, Ingénieur en chef des Mines, 2, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
Luze (de) père, Négociant, rue et château Rivière. — Bordeaux. — **F**
Dr Luxcey (Ariste). — Saint-Martin de Seignaux (Landes).
Lykiardopoulos, 32, rue des Écoles. — Paris.
Mabit, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.
Macé, Professeur à l'École de médecine. — Rennes.
Macquart (H.), 103, rue des Capucins. — Reims.
Madelaine, Inspecteur du service de la voie aux chemins de fer de l'Etat. — Saintes (Charente-Inférieure).
Maes, Directeur de la Cristallerie de Clichy, 9, cour des Petites Écuries. — Paris.
*Maffre de Baugé (F.-M.-Achille), Propriétaire. — Domaine de Barettes, par Agde (Hérault).
Dr Magitot, 8, rue des Saints-Pères. — Paris. — **F**
Magné, Négociant, 12, rue de Sèze. — Bordeaux.
*Magnien (L.), Professeur d'agriculture de la Côte-d'Or. — Dijon.
Mahaut, Négociant, rue de la Poissonnerie. — Nantes.
Mahieu (Aug.), Filateur. — Armentières (Nord).
Mahmoud-Bey, Directeur de l'Observatoire du Caire, Vice-Président de l'Institut Égyptien. — Alexandrie (Égypte).
Mahue (Louis). — Anizy-le-Château (Aisne).
Mahyer, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 5, rue de Babylone. — Paris. — **R**
Mailho, Pharmacien, 9, cours des Fossés. — Bordeaux.
*Maillot (Eugène), Professeur agrégé de l'Université, Directeur de la station séricicole, à l'École d'agriculture. — Montpellier.
Mairet, Constructeur mécanicien, 41, rue Centrale. — Lyon.
*Mairet, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 20, rue du Jeu-de-Paume. — Montpellier
*Mairet (Mme Denise), 20, boulevard du Jeu-de-Paume, — Montpellier.
Malézieux (E.), Inspecteur général, Secrétaire du Conseil général des Ponts et Chaussées, 108, rue du Bac. — Paris.
Dr Malherbe père, Professeur à l'École de médecine, rue Affre. — Nantes.
Malingre, Ingénieur civil, rue Cervantès. — Madrid.
*Malivert (Louis), Pasteur. — Montpellier.
Malivoire (Paul), 27, rue de l'Université. — Paris.
Mallard, Entrepreneur de travaux publics, 21, rue Lemaistre. — Le Havre.
Mallet (F.), Négociant, 25, rue de l'Orangerie. — Le Havre.
*Dr Mallez, 6, rue du Vingt-Neuf-Juillet. — Paris.
*Malosse (Théodore), Professeur à l'École supérieure de pharmacie, 7, rue Saint-Benoît. — Montpellier.
Malvezin (Th.), 5, place Dauphine. — Bordeaux.

*Mandeville (Alfred), propriétaire. — Béziers (Hérault).
*Manès, Ingénieur civil, Directeur de l'École supérieure de commerce et d'industrie. 20, rue Judaïque. — Bordeaux.
*Manès (Mme), 20, rue Judaïque. — Bordeaux.
Mangin, Lieutenant-colonel du Génie, 18, boulevard des Invalides. — Paris.
Mangini, Sénateur, rue des Archers. — Lyon. — F
Manier, Professeur. — Oxford (Angleterre).
Mannberger, Banquier, 59, rue de Provence. — Paris. — F
Mannheim, Chef d'escadron d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique, 11, rue de la Pompe. — Passy-Paris. — F
*Mansy (Eugène), Négociant, 24, rue Barallerie. — Montpellier. — F
Maquenne, Licencié ès-sciences, 32, rue Nollet. — Paris.
Dr Marcé, 1, rue de l'Écluse.— Nantes.
Marchand (fils), Pharmacien. — Fécamp.
*Marchand (Eugène), Correspondant de l'Académie de médecine. — Fécamp (Seine-Inférieure).
Marché (E.), Ingénieur civil, 4, rue Neuve-Fontaine. — Paris.
Marchegay, Ingénieur civil des Mines, 27, quai Tilsitt. — Lyon. — R
*Dr Marcorelles (J.), 71, rue de Rome. — Marseille.
Mardelet, Ingénieur des arts et manufactures, 160, faubourg Saint-Denis. — Paris.
Dr Marduel, 23, rue de Bourbon. — Lyon.
Maréchal, 25, rue du Manége. — Bordeaux.
*Marès (Henri), Correspondant de l'Institut. — Montpellier. — F
*Marès (Mme veuve), rue de la Salle-l'Évêque. — Montpellier.
*Dr Marès (Paul), 91, boulevard Saint-Michel. — Paris. — R
*Marès (Etienne), place Castries. — Montpellier.
Dr Marey, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 13, rue Duguay-Trouin.— Paris.
Mariage (J.), Fabricant de sucre. — Thiant, par Denain (Nord).
Mariage (Charles), Étudiant en droit. — Thiant, par Denain (Nord).
Mariage (Louis), Étudiant, 2, impasse des Brigittines. — Valenciennes.
Marical, Pharmacien, 112, rue de Paris. — Le Havre.
Marie, Avocat, 1, rue du Calvaire.— Nantes.
Marié-Davy, Astronome, Directeur de l'Observatoire de Montsouris. — Paris.
Marignac (Charles), Professeur. — Genève (Suisse). — R
*Dr Marignan (E.). — Massillargues (Hérault).
Marignier, Ingénieur civil.— Joze, par Maringues (Puy-de-Dôme).
*Marion (A.-F.), Professeur à la Faculté des sciences, 27, rue Dugommier.—Marseille.
Marjolin, Chirurgien des hôpitaux, 16, rue Chaptal. — Paris. — R
Marmorat, Négociant, 21, rue Centrale. — Lyon.
Dr Marmottan, Député de la Seine, 31, rue Desbordes-Valmore. — Paris.
Marnas (J.-A.), 11, quai des Brotteaux. — Lyon.
Marquet (Léon), Fabricant de produits chimiques, 15, rue Vieille-du-Temple. — Paris.
*Dr Marquez (Omer), Médecin en chef de l'hôpital, 2, rue des Porches. — Hyères (Var).
Marsilly (le général de). — Auxerre (Yonne).
Marsy (comte Arthur de), Membre de la Commission centrale de la Société de géographie. — Compiègne (Oise).
Martel (Alexandre). — Château de Cassan, par Roujan (Hérault).
Dr Martel (Joannis), Chef de clinique à la Faculté de médecine, 97, rue Saint-Lazare. — Paris.
*Martel (Jean), Imprimeur, 3, rue Blanquerie. — Montpellier.
Martin (Albert), 7, rue du Puits-Gaillot. — Lyon.
Martin (André), Étudiant en médecine, 1, rue Perdonnet. — Paris.
Martin (Ferdinand), 3, rue de la Cité. — Le Havre.
Martin (William), Chargé d'affaires d'Hawaï, 13, avenue de la Reine-Hortense. — Paris. — R
Martin (Henri), Sénateur, Membre de l'Académie française, 38, rue Vital. — Paris-Passy
*Dr Martin (de), Secrétaire général de la Société médicale d'émulation de Montpellier, Membre correspondant pour l'Aude de la Société nationale d'agriculture de France, 22, boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier. — R
Dr Martin (Émile), Conseiller municipal, 41, rue de la Lyre. — Alger.
*Martin (Barthélemy), Orfèvre, rue Argenterie. — Montpellier.

MARTIN-BARBET, Pharmacien, 21, cours de Tourny. — Bordeaux.
MARTINAND (Virgile), Chimiste. — Salins de Giraud, près Arles (Bouches-du-Rhône).
*MARTINET (Ludovic).— Château de la Roche, commune de Graçay (Cher).
MARTINET (Émile), Imprimeur, 2, rue et hôtel Mignon. — Paris. — F
Dr MARTINEZ, 1, rue de la Marine. — Alger.
*MARTINS (Charles), Professeur à la Faculté de médecine. — Montpellier.
*MARUÉJOL (Gaston), Avocat. — Nîmes.
MARVEILLE (DE). — Château de Calviac-Lasalle (Gard). — F
MARX (Armand), Négociant, 18, rue du Calvaire. — Nantes.
MARX (Raoul), Négociant, 18, rue du Calvaire. — Nantes.
MARZAC (Ferdinand), aîné, Négociant, 9, chai des Farines. — Bordeaux.
MARZAC (Léo), Négociant, 9, chai des Farines. — Bordeaux.
*MAS (Alphonse), Avoué. — Béziers (Hérault).
MASCART, Professeur au Collège de France, 60, rue de Grenelle. — Paris.
MASQUELEZ, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur des travaux municipaux, 128, rue Nationale. — Lille.
MASQUELIER (Em.), Négociant, 7, quai d'Orléans. — Le Havre.
MASSABUAU (Philippe), Ingénieur, Maire. — Saint-Geniez-d'Olt (Aveyron).
*Dr MASSART. — Honfleur.
*MASSE (E.), Professeur à la Faculté de médecine. — Bordeaux.
Dr MASSÉ. — Pellegrue (Gironde).
MASSÉNAT (Élie).— Brive (Corrèze).
MASSERON, Directeur des douanes, 38, quai de la Fosse. — Nantes.
MASSIP (Maurice), Licencié en droit, 30, rue de la Pomme. — Toulouse.
*MASSOL (Gustave), Préparateur de chimie à l'Ecole supérieure de pharmacie, 45, rue Triperie-Vieille. — Montpellier.
*MASSON (Georges), Libraire de l'Académie de médecine, 120, boulevard Saint-Germain. — Paris. — F
MASSON (Em.), Capitaine de frégate, 34, cité des Fleurs. — Paris.
Dr MASUREL, 18, rue de la Barre.— Lille.
MASUREL jeune, Inventeur mécanicien, 29, rue Inkermann. — Lille.
MASURIER (J.), Négociant, 16, rue d'Aumale. — Paris. — R
MATHAREL (DE), Trésorier général. — Clermont-Ferrand.
MATHERON (Philippe), Ingénieur civil, 86, rue Notre-Dame. — Marseille.
MATHIAS, Ingénieur de la traction au chemin de fer du Nord, 28, rue des Fossés. — Lille.
MATHIEU (Henry), Ingénieur en chef des chemins de fer du Midi, 26, rue Las-Cases. — Paris.
*Dr MATTEI (A.), Médecin accoucheur, 4, rue Thérèse (Palais-Royal). — Paris.
MAUFRAS (E.), Notaire. — Pons (Charente-Inférieure).
MAUGUIN, Libraire, Conseiller général. — Blidah (province d'Alger).
*MAUNOIR, Secrétaire général de la Société de géographie, 14, rue Jacob. — Paris.
Dr MAUNOURY (Gabriel). — Chartres.
Dr MAUNY. — Mortagne-sur-Gironde (Charente-Inférieure).
MAUREL (Marc), Banquier, Conseiller municipal. — Bordeaux. — R
MAUREL (Émile), Négociant, 7, rue d'Orléans. — Bordeaux. — R
Dr MAUREL, Médecin de 1re classe de la Marine, 26, rue Grande-Vallée. — Cherbourg.
MAUXION, Externe des hôpitaux, 34, rue Saint-Jacques. — Paris.
MAXWELL-LYTE (F.), Ingénieur-Chimiste, 6, cité du Retiro, 30, faubourg Saint-Honoré. — Paris. — R
MAYER, Négociant, 2, rue de la Feuillade. — Paris.
*MAYET (Valéry), Professeur à l'Ecole d'agriculture de Montpellier, 7, boulevard Saint-Benoît. — Montpellier.
*MAZE (abbé). — Harfleur. — R
MÉHU (Adolphe), Pharmacien de 1re classe, officier d'Académie. — Villefranche (Rhône).
MEIGNÉ, Ingénieur des arts et manufactures, Directeur propriétaire de l'usine à gaz. — Saintes (Charente-Inférieure).
MEISSAS, 81, boulevard Saint-Germain. — Paris.
MEISSONIER, Fabricant de produits chimiques, 5, rue Béranger. — Paris. — R
*MEJAN (Mme), 3, boulevard de Belleville. — Paris.
MEKARSKI, Ingénieur civil, 96, avenue de Clichy. — Paris.
MELLAC, notaire. — Nérac.
*MELLAC (André), Étudiant en droit. — Nérac.
MELLER père, Négociant, 43, pavé des Chartrons. — Bordeaux.

Mellerio, Élève de l'École des hautes Études, 18, rue Neuve-des-Capucines. — Paris.
*Melou (Edouard), Ingénieur civil des mines. — Maisons-Alfort (Seine).
Menche de Loisne, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Laon.
Menier, Membre de la Chambre de commerce de Paris, député de Seine-et-Marne, 6, rue d'Enghien. — Paris. — **F**
Mer (Émile), Garde général des Forêts, 1, avenue Duquesne. — Paris.
*Mercadier, Répétiteur à l'École polytechnique, 85, rue Legendre.— Paris.
Dr Mercier (Anatole). — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Mercier (Gustave), Pharmacien, Conseiller général, 13, rue Bab-el-Oued. — Alger.
*Merget, Professeur à la Faculté de médecine. — Bordeaux. — **R**
Merle de Massonneau (Antoine), Vice-Président du Comité agricole. — Nérac.
Merlhe, Pharmacien, 46, rue de Poissy. — Saint-Germain-en-Laye.
Merlin, 110, rue Bonaparte. — Paris.
Merville (Jules), 1, rue de la Paix. — Le Havre.
Merville (Mme Jules), 1, rue de la Paix. — Le Havre.
Meschinet de Richemond (Louis-Marie), Archiviste de la Charente-Inférieure, Officier de l'instruction publique, correspondant du Ministère de l'instruction publique pour les travaux historiques, 23, rue Verdière. — La Rochelle.
Dr Mesnards (P. des), 186, sur le Cours. — Saintes (Charente-Inférieure).
Messimy, Notaire, 13, rue de Lyon. — Lyon.
Mestrezat, Négociant, Consul suisse, rue du Parlement. — Bordeaux.
Dr Métivier (A.), 15, rue de la Mare. — Paris.
Metzger, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine-et-Oise).
Meunier (Fernand), ancien Élève de l'École de Grignon, Stagiaire au laboratoire de culture au muséum. — Paris.
Meunier (J.), Avocat à la Cour d'appel, 1, rue de Choiseul. — Paris.
Dr Meunier (Valery). — Pau.
Meurdra (H.), Directeur de la Compagnie des Eaux du Havre, 91, rue de Montivilliers. — Le Havre.
Meure, Pharmacien, 147, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
Meurein, Pharmacien, 30, rue de Gand. — Lille.
Dr Meyer (Edouard), 73, boulevard Haussmann. — Paris.
Meyer (Emile). — Soultz-les-Bains (Alsace).
Meynard (J.-J.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, 3, quai Saint-Clair. — Lyon. — **F**
*Meynadier (le colonel), Sénateur, 65, avenue Duplessis. — Versailles.
Meyran (Octave), 39, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
Dr Micé, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux. — **R**
*Micé (Louis), 79, rue Turenne. — Bordeaux.
*Michaud fils, Notaire. — Tonnay-Charente (Charente-Inférieure).
Michaut (Adrien), Administrateur adjoint des cristalleries de Baccarat. — Baccarat (Meurthe-et-Moselle).
*Michel (Albin), Membre de l'Académie du Gard, rue Neuve-des-Arènes. — Nîmes
*Michel (Théophile), boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
*Michel (l'abbé), Docteur en théologie des Facultés de Rome, curé. — Mudaison (Hérault).
*Michel, Directeur du musée Fabre. — Montpellier.
Micheli (Marc). — Château du Crest, près Genève (Suisse).
Mieg (Mathieu), rue de Riedisheim. — Mulhouse.
Dr Mignot, Lauréat de l'Institut. — Chantelle (Allier).
Millardet, Professeur à la Faculté des sciences. — Bordeaux.
*Dr Milliot (Benjamin), 17, quai du Midi. — Nice.
Millot (Arthur), Professeur à l'École nationale de Grignon, 11, rue Mazarine. — Paris.
Milne-Edwards (Alphonse), Professeur de zoologie au Muséum et à l'École de pharmacie, rue Cuvier, au Muséum. — Paris. — **R**
Min-Barabraham, Banquier, 12, place Puy-Paulin. — Bordeaux.
Dr Monier (Louis), Médecin en chef des hôpitaux. — Avignon.
*Mion (Georges), 2, rue des Etuves. — Montpellier.
*Mion (Louis), 2, rue des Etuves. — Montpellier.
Mirabaud (Paul), 29, rue Taitbout. — Paris. — **R**
Mirabaud, Banquier, 29, rue Taitbout. — Paris. — **F**

*Mirepoix (Ernest), Avocat. — Béziers (Hérault).
*Mismer, Directeur de la mission égyptienne, 44, rue de Lille. — Paris.
*Missonnier, Pharmacien. — Saint-Flour (Cantal).
*Moitessier, Doyen de la Faculté de médecine. — Montpellier.
*Molines (Louis), Pasteur, cours des Casernes (maison Polge). — Montpellier.
*Molines (Albert), Banquier. — Nîmes (Gard).
Molle (F.), Pharmacien. — Gannat (Allier).
Mollins (S. de), Ingénieur civil. — Croix (Nord).
Mollins (Jean de), Docteur ès-sciences à l'Université de Zurich, maison Holden. — Croix près Roubaix (Nord).
Momméja (Jules), Propriétaire, Membre de la Société française d'archéologie, faubourg Sapiac. — Montauban.
Momus (Eugène), Négociant, 176, rue Fondaudège. — Bordeaux.
Monchy (de), Propriétaire, 52, rue des Remparts. — Bordeaux.
Mondiet, Professeur au Lycée. — Mont-de-Marsan.
Dr Mondot, Maison Del Monte, 3, rue d'Orléans. — Oran (Algérie).
Mongeaud, Chef de section aux chemins de fer de l'État. — La Roche-sur-Yon.
Mongellas (E.), Vice-président du Conseil général, 2, rue Blaudan. — Alger.
Dr Monnereau. — Saintes (Charente-Inférieure).
Monnet (G.), Pharmacien, place du Gouvernement, galerie Sarlande. — Alger.
Monod (Charles), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 12, rue Cambacérès. — Paris. — **F**
Dr Monod (Louis), 5, rue des Écuries-d'Artois. — Paris.
Montcourt, Professeur de mathématiques au lycée, 1, rue Pré-Nian. — Nantes.
Dr Montfort, Professeur à l'École de médecine, 19, rue Voltaire. — Nantes. — **R**
*Montlaur (Rémond comte de), de la Société d'Agriculture du Gard. — Au château de Poudres, par Sommières (Gard).
*Montlaur (vicomte Amaury de). — Au château de Poudres, par Sommières (Gard).
Mont-Louis, Imprimeur, 2, rue Barbançon. — Clermont-Ferrand. — **R**
Mony (C.). — Commentry (Allier). — **F**
Morandière, Ingénieur de la Cie de l'Ouest, 27, rue Notre-Dame-des-Champs. — Paris.
Dr Moreau (E.), 7, rue du Vingt-Neuf-Juillet. — Paris.
Dr Moreau (Armand), Membre de l'Académie de médecine, 55, rue de Vaugirard. — Paris.
Moreau (Benjamin), Conseiller municipal, 52, rue de Rennes. — Nantes.
Morel d'Arleux (Charles), Notaire, 28, rue de Rivoli. — Paris. — **F**
Morges, Chef des travaux chimiques à l'École des hautes Études, 27, rue Saint-André-des-Arts. — Paris.
Morière, Doyen de la Faculté des sciences. — Caen.
*Dr Moriez (Robert), Chef de clinique médicale, 12, rue Cardinal. — Montpellier.
Moritz, Directeur de l'Observatoire. — Tiflis (Russie).
Dr Morlot, Docteur en médecine, 24, rue Saint-Philibert. — Dijon.
Mortillet (Gabriel de), attaché au Musée des Antiquités nationales. — Saint-Germain-en-Laye. — **R**
Dr Mory (Gustave), 5, rue Thomas. — Clermont-Ferrand.
Dr Moser, 14, rue des Petits-Hôtels. — Paris.
Mosneron-Dupin, Président de la Société industrielle, 14, rue Voltaire. —Nantes.
Mossé (Alp.), Interne des hôpitaux à l'hopital Lariboisière. — Paris.
Mossé (Joseph), Négociant. — Perpignan.
Motelay (Léonce), Rentier, cours de Gourgues. — Bordeaux.
Mouchez (contre-amiral), Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire, à l'Observatoire. — Paris.
Moulia, Négociant, 169, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
Dr Mourgues. — Lassale (Gard).
*Mourlan-Descudé, Propriétaire. — Nérac.
Mousnier (Jules), Pharmacien. — Saujon (Charente-Inférieure).
Dr Moussous, 38, rue d'Aviau. — Bordeaux.
Moussous fils, 38, rue d'Aviau. — Bordeaux.
*Dr Moutet fils, 11, rue Sainte-Foy. — Montpellier.
*Muller (Fréderic), Professeur au Lycée, 5, rue Nazareth. — Montpellier.
*Muller (Mme), Inspectrice générale des salles d'asile, 5, rue de Nazareth. — Montpellier.

*Muller (Mlle), 5, rue de Nazareth. — Montpellier.
Mulot, Industriel, 43, rue des Boulets. — Paris.
Mulsant, Président de la Société linnéenne, Correspondant de l'Institut, 25, quai Saint-Vincent. — Lyon.
Murray, Économiste, Membre honoraire du Cobden-Club, 4, rue Drouot. — Paris.
*Dr Musgrave-Clay (R. de), 19, rue Latapie. — Pau.
Mussat (E.), Professeur de botanique à l'École de Grignon, 11, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Mustapha (Ibrahim), Chimiste expert à l'intendance sanitaire. — Alexandrie (Égypte).
Nachet, Fabricant d'instruments de précision, 17, rue Saint-Séverin. — Paris.
Nadaillac (marquis de), 13, rue d'Anjou-Saint-Honoré. — Paris.
Nadal (Victor), Sous-chef de bureau au Crédit Foncier, 19, avenue de l'Observatoire. — Paris.
*Dr Nadaud, médecin des hôpitaux. — Angoulême.
Nansouty (le général de). — Bagnères-de-Bigorre.
Nansouty (Max de), Ingénieur chimiste, 2, rue Saint-Martin. — Paris.
Napoli (David), Chimiste aux chemins de l'Est, 98, faubourg Poissonnière. — Paris.
*Narbonne (Paul), propriétaire. — Bize (Aude).
Narjot de Toucy, Administrateur de la Compagnie du chemin de fer de Clermont à Tulle, 19, rue Tronchet. — Paris.
Naville (J.), Chimiste. — Vernier, près Genève (Suisse).
*Nègre (François), 15, boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
*Nègre (Gaston), boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
Dr Négrié, Médecin des hôpitaux, cours Portal. — Bordeaux.
Dr Nepveu, 24, rue d'Enghien. — Paris.
Dr Neumann, 43, rue de Châteaudun. — Paris.
Névrezé, Avocat, 11, rue de Sèvres. — Paris.
Nicaise, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux, 37, boulevard Malesherbes. — Paris.
Dr Nicas. — Fontainebleau. — **R**
Nicodème, Ingénieur civil de la maison Lloyd et Lloyd, 38, Grande-Chaussée. — Lille.
Nidelet (Urbain), Notaire, 14, rue Crébillon. — Nantes.
Nivet, Ingénieur civil. — Echoisy, par Luxé (Charente).
Nivet (Mme). — Echoisy, par Luxé (Charente).
Nivet (V.), Professeur à l'École de médecine et de pharmacie. — Clermont-Ferrand.
Nivoit (Edmond), Ingénieur des Mines. — Mézières (Ardennes).
Noel, Négociant en bois du Nord, 85, cours de la République. — Le Havre.
Noel (J.), Ingénieur civil au bassin à flot. — Bordeaux.
Nœtinger (Théodore), Dessinateur au chemin de fer. — Douera, près Alger.
*Nolen, Profess. de phil. à la Faculté des lettres, 10, rue Basville. — Montpellier.
Normand, Conseiller général de la Loire-Inférieure, 12, quai des Constructions. — Nantes. — **R**
Normand (A.), Constructeur de navires, 67, rue du Perrey. — Le Havre.
Noroy (Ch.), Chimiste, 63, rue Mexico. — Le Havre.
Nottelle, Secrétaire du Syndicat général des Chambres syndicales, Membre de la Société d'économie politique, 49, rue Réaumur. — Paris.
Nougaret, Contrôleur du service de la voie aux chemins de fer de l'Etat. — Saintes (Charente-Inférieure).
*Nougaret (Numa), Négociant. — Montpellier.
Nouvel, Pharmacien de 1re classe. — Rodez (Aveyron).
Nouvelle (Georges), Ingénieur civil, 13, rue Mayet. — Paris.
*Dr Nozeran (Albin), 12, rue du Palais. — Montpellier.
Nugues (A.), Raffineries de potasse et de soude. — Saint-Saulve, près Valenciennes (Nord).
Oberkampf (E.), Ministre du saint Évangile, 69, avenue de Saxe. — Lyon.
Odier, Directeur-Adjoint de la Caisse Générale des Familles, 4, rue de la Paix. — Paris. — **R**
Œchsner de Coninck (William), 105, rue de Rennes. — Paris. — **R**
*Oliver (Paul), Pharmacien de 1re classe. — Collioure (Pyrénées-Orientales).
Olivier (Ernest), Membre des Sociétés botanique et entomologique de France. — Moulins (Allier).
Olivier de Landreville (Arsène), 112, boulevard Voltaire. — Paris.
*Ollier de Marichard, Archéologue. — Vallon (Ardèche).

*Ollier de Marichard (Alphonse). — Bédarieux (Hérault).
*Ollier, Ex-Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, Correspondant de l'Institut et de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 5, quai de la Charité. — Lyon. — F
Ollivier, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 5, rue de l'Université. — Paris.
*Ollivier (Maurice), Négociant, 9, boulevard Blanquerie. — Montpellier.
Ollivier-Beauregard (G.-M.), 55, rue des Saints-Pères. — Paris.
Oltramare (Gabriel), Professeur à l'Université. — Genève.
Onésime (le frère), 24, montée Saint-Barthélemi. — Lyon.
Dr Onimus, 7, place de la Madeleine. — Paris.
Oppenheim frères, Banquiers, 11 *bis*, boulevard Haussmann. — Paris. — F
Dr Oré, Professeur à l'École de médecine, rue du Palais-de-Justice. — Bordeaux.
Oriolle, Ingénieur de l'École centrale des arts et manufactures. — Nantes.
Orsat (H.), Négociant, 29, rue de la Victoire. — Paris.
Ortlieb, Chimiste. — Croix, près Roubaix (Nord).
Pabst (Albert), 13, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Pagnoul, Professeur de chimie, Directeur de la Station agricole du Pas-de-Calais. — Arras.
*Paillon (Charles), Étudiant en médecine, 6, rue Massane. — Montpellier.
Paire (L.), Pharmacien, Grande-Rue. — Au Côteau, près Roanne (Loire).
Palharey (Alfred), Ingénieur civil. — A Hendaye.
*Dr Pamard (A.), Chirurgien en chef des hôpitaux. — Avignon. — R
Panckoucke (Henri), Trésorier-payeur général. — Perpignan.
*Papillaud (Mme). — Saujon (Charente-Inférieure).
Parenteau (Ludovic). — Siecq (Charente-Inférieure).
Parenteau (Mme). — Siecq (Charente-Inférieure).
*Parion, Membre de la Société d'astronomie, 16, boulevard Jourdan. — Paris.
Paris (E.), Propriétaire des cristalleries et émailleries. — Au Bourget (Seine).
Dr Paris (H.). — Chantonnay (Vendée).
Parise, Professeur à l'École de médecine, 26, place des Bluets. — Lille. — R
Parisse (Eugène), Ingénieur des arts et manuf., 49, rue Fontaine-au-Roi. — Paris.
*Parmentier (général), Membre du Comité des fortifications, 5, rue du Cirque. — Paris. — F
Parquet (Mme), 22, rue de Douai. — Paris.
Parquet, 22, rue de Douai. — Paris.
Parran, Ingénieur des Mines, Directeur des Mines de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 3, rue du Regard. — Paris. — F
*Parrot, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 15, quai Malaquais. — Paris. — F
Pascault, Avoué, 25, rue du Temple. — Bordeaux.
Dr Pasquet (A.). — Uzerches (Corrèze).
*Passy (Frédéric), Membre de l'Académie des sciences morales et politiques, 8, rue Labordère. — Neuilly-sur-Seine. — R
Passy (Paul-Edmond), Licencié ès-lettres, 8, rue Labordère. — Neuilly (Seine). — R
Dr Pasteur (Émile), 17, rue Fessart. — Boulogne-sur-Seine.
Pasteur, Membre de l'Institut, 45, rue d'Ulm. — Paris. — F
Paul (Constantin), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Membre de l'Académie de médecine, 48, rue de Cambon. — Paris.
*Paul (François), Étudiant en médecine, 8, Grande-Rue. — Montpellier.
*Paul (Pierre), Ingénieur civil, Hôtel des bains. — Cette (Hérault).
Payen, 44, rue de Châteaudun. — Paris.
Peaucellier, Lieutenant-Colonel du génie, 45, rue Orbe. — Rouen.
Péchiney (A.), Ingénieur chimiste. — Salindres (Gard).
*Pécholier, Professeur agrégé à la Faculté de médecine. — Montpellier.
Pelawski (Stanislas). — Padzin, département de Siédlec (Pologne russe).
Peligot, Membre de l'Institut, hôtel des Monnaies. — Paris.
Peligot (Maurice), hôtel des Monnaies. — Paris.
Pellerin, Agrégé des Lycées, 9, rue Richebourg. — Nantes.
Pellet (H.), Chimiste de la Cie Fives-Lille, 72, avenue du Roi-de-Rome. — Passy-Paris.
Pellet, Chargé de cours à la Faculté des sciences. — Clermont-Ferrand.
*Pellicot (André), Avocat, 64, rue Lafayette. — Toulon.
Penau, Propriétaire, 11, rue Amboise. — Bordeaux.

Penaud (Alph.), Membre de la Société Philomathique, 15, rue Clapeyron. — Paris.
Penel, Capitaine d'état-major, 75, avenue de Neuilly. — Neuilly (Seine).
Pennès (J.-A.), Produits chimiques et hygiéniques, 2, rue de Latran. — Paris. — **R**
Dr Pennetier, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, Professeur à l'École de médecine, impasse de la Corderie, barrière Saint-Maur. — Rouen.
Penot (Achille), Directeur de l'École de commerce, 34, rue de la Charité. — Lyon
Perard (Louis). — Liège (Belgique).
Perdrigeon, Agent de change, 178, rue Montmartre. — Paris. — **F**
Pereire (Henry), 32, rue de la Ville-l'Evêque. — Paris. — **R**
Pereire (Émile), 8, rue Murillo. — Paris. — **R**
Pereire (Eugène), Administrateur de la Compagnie Transatlantique, 45, faubourg Saint-Honoré. — Paris. — **R**
Dr Pereton. — Commentry (Allier).
Dr Perez (Victor). — Laguna-Ténériffe. — Ténériffe (îles Canaries).
Perez, Professeur à la Faculté des sciences. — Bordeaux. — **R**
*Péridier (Philippe), Propriétaire, 7, rue du Manège. — Montpellier.
*Péridier (Eugène), 7, rue Sainte-Croix. — Montpellier.
Perier (Louis), 21, rive de la Seine. — Issy (Seine).
Perot, Banquier, 51, rue Nationale. — Lille.
Perot, Graveur, 10, rue de Nesle. — Paris. — **R**
Pérouse (Denis), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 104, boulevard Haussmann — Paris.
Perrégaux (Louis), Manufacturier. — Jallien (Isère).
Perret, Député du Rhône. — Collonge (Rhône).
Perret (Émile), Pharmacien. — Moret-sur-Loing.
Perret (Auguste), Négociant, 49, quai Saint-Vincent. — Lyon.
Perret (Michel), 38, avenue Gabriel. — Paris. — **R**
Perricaud, Cultivateur. — La Balme (Isère). — **R**
Dr Perrichot, 5, rue de la Communauté. — Le Havre.
Perrier (Ch.). — Valleraugue (Gard).
Perrier, Lieutenant-Colonel d'État-major, Membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, 106, rue du Bac. — Paris.
*Perrier (E.), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Bédarieux (Hérault).
Perrin (Jean), Licencié en droit, 16, rue Saint-Antoine-du-T. — Toulouse.
Dr Perrin, Professeur au Val-de-Grâce, 136, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Perrot (Ernest), 7, rue du Lycée. — Laval (Mayenne).
Perrot (Mme), 15, rue Brochant. — Paris.
Perrot (Adolphe), Docteur ès-sciences, ancien Préparateur de chimie à la Faculté de médecine de Paris. — Genève (Suisse). — **F**
Perrot (J.), Commissaire-priseur, 11, rue du Vingt-Neuf-Juillet. — Paris.
*Dr Perroud, Médecin de l'Hôtel-Dieu, chargé de la clinique complémentaire à la Faculté de médecine de Lyon, 6, quai des Célestins. — Lyon. — **R**
Perry, Pharmacien. — Layrac (Lot-et-Garonne).
Dr Perry (Jean). — Miramont, près Marmande (Lot-et-Garonne).
Dr Pery, Médecin des hôpitaux, 67, rue d'Aquitaine. — Bordeaux.
Pesier (Edmond), Chimiste. — Valenciennes.
Petit, Pharmacien, 8, rue Favart. — Paris.
Petit (Mme), 8, rue Favart. — Paris.
Petit (Charles-Paul), Pharmacien de 1re classe, 16, rue des Quatre-Vents. — Paris.
Petit, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 33, rue de Jarente. — Lyon (Rhône).
Petit (Maurice), Pharmacien, 2, rue des Mobiles-de-Coulmiers. — Périgueux.
*Dr Petit (Henri), 11, rue Monge. — Paris.
Dr Petit (A.), Villa César. — Royat (Puy-de-Dôme).
Petiton (A.), Ingénieur civil des Mines, 91, rue de Seine. — Paris.
Dr Peyraud. — Libourne (Gironde).
Peyraud (Mme). — Libourne (Gironde).
Peyre (Jules), Banquier. — Toulouse. — **F**
Peysonneau, Fabricant de papier, Membre de la Chambre de commerce de Clermont-Ferrand. — Saint-Amand-Tallende (Puy-de-Dôme).
Pezat (Albert), Négociant, 171, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Philip (Isidore), Négociant. — Bordeaux.
Philippe (Léon), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 80, rue Taitbout. — Paris. — **R**
Piarron de Montdésir, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 178, avenue de Neuilly. — Neuilly (Seine).

Piat (A.), Constructeur mécanicien, 49, rue Saint-Maur. — Paris. — **F**
Piault (Jules), 68, rue Turbigo. — Paris.
Dr Piberet, 54, faubourg Montmartre. — Paris.
Piccioni (Antoine). — Pino (Corse). — **F**
Piche (Albert), Conseiller de préfecture, 8, rue Montpensier. — Pau. — **R**
Pichou (Alfred), Géomètre, 305, route de Toulouse. — Bordeaux.
Picot (Emile), Pharmacien de 1re classe, 11, rue de la Station. — Asnières (Seine).
Picou (Gustave). — Saint-Denis (Seine).
*Picquet (H.), Capitaine du génie, Répétiteur à l'École polytechnique, 103, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Piégu, 18, rue d'Enghien. — Paris.
Pierre (Dominique), Homme de lettres, 72, rue du Bois-de-Cros.—Clermont-Ferrand.
Pierret d'Etrœungt (C.), Imprimeur. — Etrœungt par Avesnes-sur-Helpe (Nord).
*Dr Piérou. — Chazay-d'Azergues (Rhône). — **R**
Piette (Ed.), Juge de paix. — Eauze (Gers).
*Pifre (Abel), Ingénieur, 24, rue d'Assas. — Paris.
Pillet, 18, rue Saint-Sulpice. — Paris.
Dr Pinet, 60, rue Saint-Joseph. — Lyon.
Piketty (Charles), Ingénieur des arts et manufactures, 30, boulevard de la Contrescarpe. — Paris.
Dr Pin (Paul). — Alais (Gard).
Pitrat aîné, Imprimeur, 4, rue Gentil. — Lyon.
*Planas (Richard), Préparateur à la Faculté de médecine. — Montpellier.
*Dr Planche (Adrien), Inspecteur de l'Etablissement de Balaruc. — Balaruc-les-Bains (Hérault).
*Planchon, Correspondant de l'Institut. — Montpellier.
*Planchon (Louis), Etudiant en médecine, campagne Lichtenstein. — Montpellier.
*Planeix (Guillaume-Victor), Notaire. — Murols (Puy-de-Dôme).
*Planques (Georges), Etudiant en médecine, 17, faubourg Saint-Jaumes. — Montpellier.
Planté, Inspecteur du service télégraphique aux chemins de fer de l'Etat, 6, rue des Etudiants. — Tours.
Planté fils (Charles), aux chemins de fer de l'État. — Tours.
Planté (Gaston), Licencié ès-sciences, 56, rue des Tournelles. — Paris.
Dr Planteau, 53, rue Monge. — Paris.
Plantier (Alfred), Docteur en médecine et en droit. — Alais (Gard).
Plassiard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, 4, rue Poissonnière. — Lorient (Morbihan). — **R**
Dr Plumeau (A.), 84, cours de Tourny. — Bordeaux.
Pocard-Kerviler, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Saint-Nazaire.
*Dr Podolinski (Serge), Licencié ès-sciences naturelles, 4, boulevard Henri IV. — Montpellier.
Poillon (L.), Ingénieur-constructeur (Exploitation générale des Pompes Greindl), 158, boulevard Montparnasse. — Paris.
Poincaré, Professeur adjoint à la Faculté de médecine, 9, rue de Serre. — Nancy.
Poirrier, Fabricant de produits chimiques, 49, rue Hauteville. — Paris. — **F**
Poisson (Jules), Aide-naturaliste au Muséum, 69, rue de Buffon. — Paris.
Poitiers, Avocat. — Saintes (Charente-Inférieure).
Poitou (Aman), Propriétaire, 1, rue Gresset. — Nantes.
Poitou (Constant), Propriétaire, 1, rue Gresset. — Nantes.
Poivre, Avocat, défenseur à la Cour d'appel. — Alger.
*Dr Polichronie, 40, rue de Châteaudun. — Paris.
Polignac (prince Camille de), 44, rue Miromesnil. — Paris. — **F**
Pollet, Vétérinaire, 20, rue Jeanne-Maillotte. — Lille.
Polony, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Rochefort.
*Pomel (A.), Sénateur d'Oran, 43, rue de Fleurus. — Paris.
*Pomier-Layrargues (Emile), Propriétaire, rue Clos-René. — Montpellier.
*Pomier-Layrargues (Georges), Ingénieur. — Montpellier.
*Pomier-Layrargues (Maurice), Propriétaire, rue Clos-René. — Montpellier.
*Dr Pommerol, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Gerzat (Puy-de-Dôme).
Pommerol, Avocat, 36, rue des Écoles. — Paris. — **R**
Pommery (Louis), Négociant en vins, rue Vauthier-Le-Noir. — Reims. — **R**
*Dr Poncet (Antonin), 45, rue Centrale. — Lyon.
Ponchon, Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Ambert (Puy-de-Dôme).

Poncin, Chef d'institution, 7, quai des Brotteaux. — Lyon.
Dr Poncy (Eug.-A.), 71, rue Defacqz. — Bruxelles.
*Dr Pons. — Nérac (Lot-et-Garonne).
Pontfort. — Boiry-Sainte-Rictrude (Pas-de-Calais).
Pontier (André), Pharmacien, 24, boulevard du Temple. — Paris.
Porges (Charles), Banquier, 2, rue Blanche. — Paris. — **R**
Porlier, 284, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Potain, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, 240, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Potier, Ingénieur des Mines, répétiteur à l'École polytechnique, 1, rue de Boulogne. — Paris. — **F**
Potier (Mme), 1, rue de Boulogne. — Paris.
Pouchain (V.), Maire d'Armentières, rue du Faubourg-de-Lille. — Armentières.
Dr Pouchet, Professeur au Muséum, 5, rue Médicis. — Paris.
*Pouchet, Professeur à l'École régimentaire du génie, 6, rue Edouard-Adam. — Montpellier.
Pouget, 37, rue Poyenne. — Bordeaux.
Poupinel (Paul), 64, rue de Saintonge. — Paris. — **F**
Poupinel (Jules), 8, rue Murillo. — Paris. — **F**
Poupon, interne provisoire des hôpitaux, 63, rue de Rivoli. — Paris.
Pourcel, Ingénieur. — Terre-Noire (Loire).
*Pourquier (Pierre), Médecin-vétérinaire, 17, rue de la Sonnerie. — Montpellier.
Dr Pourtier (Michel). — Québec (Canada).
Powell (Thomas), Ingénieur, 32, rue d'Elbeuf. — Rouen (Seine-Inférieure).
Dr Pozzi, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux, 10, place Vendôme. — Paris.
Pozzy (Georges), Négociant, 8, place de Tourny. — Bordeaux.
Pradier (Georges), Étudiant, 6, rue de la Treille. — Clermont-Ferrand.
Dr Pradier (Frédéric), 6, rue de la Treille. — Clermont-Ferrand.
Pradon, ancien Notaire, ancien instituteur, Conseiller d'arrondissement. — Blesle (Haute-Loire).
Prarond (Ernest), Président honoraire de la Société d'émulation d'Abbeville. — Abbeville (Somme).
Prat, Chimiste, 111, route de Toulouse. — Bordeaux. — **R**
*Dr Pravaz, Licencié ès-sciences, 46, quai des Étroits. — Lyon.
*Préaubert (E.), Professeur de physique au collège. — Beauvais.
Preler, Négociant, 18, allées de Chartres. — Bordeaux.
Prengmeber (A.), Médecin de colonisation. — Palestro, près Alger.
Prevet (Ch.), Négociant, 28, rue des Petites-Écuries. — Paris. — **R**
Prœsamlé, Brasseur. — Nérac.
Prœsamlé (Mme). — Nérac.
Dr Prompt (P. Y.). Ancien élève de l'École polytechnique, 17, rue de la Gare. — Nice.
Proust, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, Médecin de l'hôpital Lariboisière, Membre de l'Académie de Médecine, 9, boulevard Malesherbes. — Paris.
Prosper (Henri), Maître de forges. — Charleville (Ardennes).
*Prudon (le général), 77, boulevard Haussmann. — Paris.
Prunier, Juge suppléant de la justice de paix de Saint-Hilaire. — Brizambourg, canton de Saint-Hilaire (Charente-Inférieure).
Prunier (L.). — Brizambourg, canton de Saint-Hilaire (Charente-Inférieure).
*Dr Prunières. — Marvéjols (Lozère).
Puaux (Franck), Pasteur, 32, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
Puerari, 3, rue Tronchet. — Paris.
Puigsech, née Chanal (Mme) Artiste peintre, 107, rue de Vendôme. — Lyon.
*Pujos, 19, allées de Chartres. — Bordeaux.
Dr Pujos (A.), Médecin de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, 58, rue Saint-Sernin. — Bordeaux. — **R**
Pulligny (vicomte de), au château du Chesnay-sur-Ecos (Eure).
Dr Pupier, rue Strauss. — Vichy.
*Putz (Gabriel), à l'Ecole d'application d'artillerie. — Fontainebleau.
Putz (H.), Colonel au 32e régiment d'artillerie. — Orléans.
Puyferrat (le marquis de), 29, rue du Temple. — Bordeaux.
Quatrefages de Bréau (de), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. — **F**

QUATREFAGES (Mme DE), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. — R
*QUATREFAGES (Léonce DE), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. — R
*Dr QUÉIREL, 61, rue Saint-Jacques. — Marseille.
*QUERCY, Ingénieur à l'École d'agriculture. — Montpellier.
QUEYRENS, 36, rue de Lancry. — Paris.
QUINETTE, Confiseur, rue Blatin. — Clermont-Ferrand.
QUINETTE DE ROCHEMONT, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Valenciennes (Nord).
Dr QUINQUAUD, Médecin des hôpitaux, 5, rue de l'Odéon. — Paris.
*QUISSAC (Albin), 8, rue Saint-Guilhem. — Montpellier.
QUIVOGNE, Vétérinaire, 16, place Perrache. — Lyon.
*RABAUD (Alfred), Président de la Société de géographie de Marseille, 101, rue Paradis. — Marseille.
RABOT, Docteur ès-sciences, Pharmacien. — Versailles.
RABOURDIN (Lucien), Professeur d'économie politique. — Orléans.
RACLET (Joannis), Ingénieur civil, 14, quai de la Pêcherie. — Lyon. — R
*Dr RAFAILLAC. — Margaux (Gironde).
RAFFARD, Ingénieur civil, 16, rue Vivienne. — Paris. — R
RAGAIN (Gustave), Professeur au Lycée et à l'École de commerce et d'industrie, 42, rue de Ségalier. — Bordeaux.
RAILLARD, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 7, rue Fénelon. — Paris.
Dr RAILLARD. — Dax (Landes).
RAIMBAULT (Paul), Pharmacien de 1re classe, rue des Lices. — Angers.
RAIMBAULT (Mme), 38, rue des Lices. — Angers.
Dr RAINGEARD, Professeur suppléant à l'École de médecine, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes. — R
*RAMEL (Prosper), Naturaliste. — Alger.
RAMES (J.-B.), Pharmacien et Géologue. — Aurillac (Cantal).
RAMON, Chef des ateliers du dépôt aux chemins de fer de l'État. — Gisors (Eure).
*RAMPONT (Henri), Avocat. — Toul (Meurthe-et-Moselle).
Dr RANSE (DE), 4, place Saint-Michel. — Paris.
Dr RANVIER, 105, boulevard Saint-Michel. — Paris.
RAOULT, Professeur de chimie à la Faculté des sciences, 7, place Clapeyron. — Grenoble.
RAPET, Inspecteur honoraire de l'instruction publique, 21, rue Saint-Dominique. — Paris.
RAVEAUD, Conseiller à la Cour, 116, rue de l'Église-Saint-Seurin. — Bordeaux.
RAYNAL, Négociant, 12, place des Quinconces. — Bordeaux.
RAYNAUD, Ingénieur des télégraphes, 60, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Dr REBATEL (Fleury), 29, rue Gasparin. — Lyon.
REBOUL (le colonel), 52, boulevard Eugène. — Neuilly (Seine).
*REBOUL (J.), Etudiant en médecine. — Montpellier.
*REBOUL (Edmond), Doyen de la Faculté des sciences. — Marseille.
REBOUX, Archéologue, 3, rue Montenotte. — Paris (Ternes).
RÉCIPON (Émile), Propriétaire, Industriel, 47, rue Bassano. — Paris. — F
Dr RECLUS, Aide d'anatomie à la Faculté de médecine, 20, rue de la Sorbonne. — Paris.
*REDIER (A.), Constructeur d'instruments de précision, 8, cour des Petites-Écuries. — Paris.
REDON (le baron). — Brioude (Haute-Loire).
REECH, ancien Directeur des constructions navales, 10, rue du Pont-Carré. — Lorient.
REGNAULT, Ingénieur des ponts et chaussées, rue de Pessac. — Bordeaux.
REGNAULT (Henri), Industriel. — Charleville (Ardennes).
Dr REGNIER. — Mantes (Seine-et-Oise).
*RÉGY (Philippe), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite. — Montauban.
REHM (L.). — Pagny-sur-Moselle.
*REICH (Louis), Agriculteur. — Arles-sur-Rhône.
Dr REIGNIER (Alexandre), Médecin consultant, place Rosalie. — Vichy.
REILLE (le baron), 10, boulevard de Latour-Maubourg. — Paris. — R
REIMONENQ (Charles), Ex-Chef de section de la voie au Chemin de fer du Midi, domaine du Bastard. — La Tresne (Gironde).
*REIMONENQ (Alfred), Etudiant en médecine, 6, rue de la Croix-d'Or. — Montpellier.
REINACH, Banquier, 31, rue de Berlin. — Paris. — F

Reinhart (Louis), Négociant, 19, rue Corneille. — Le Havre.
Reinwald, Libraire, 15, rue des Saints-Pères. — Paris.
Dr Relhié. — Cahors (Lot).
Dr Reliquet, 17, boulevard de la Madeleine. — Paris. — **R**
Remerand, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Renard, Capitaine du génie, au haras du Chalet. — Meudon (Seine-et-Oise).
Renard et Villet, Teinturiers, cité Lafayette. — Lyon.
*Renaud (Georges), Directeur de *la Revue géographique internationale*, Attaché au cabinet du ministre des finances, 15, rue Cimarosa (Avenue du Roi de Rome). — Passy-Paris.
Renaud, Pharmacien. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
Renaud (Paul), Constructeur-mécanicien, prairie de Mauves. — Nantes.
Renault (E j, Fabricant de tissus imprimés, 6, rue aux Juifs. — Darnetal, près Rouen.
Renault, Docteur ès-sciences, Aide naturaliste au Muséum, 1, rue de la Collégiale. — Paris.
Rénier, Receveur des finances. — Issoire (Puy-de-Dôme).
*Renouard, fils (Alfred), Filateur, 46, rue Alexandre-Leleux. — Lille. — **F**
*Renouard (Mme Alfred), 46, rue Alexandre-Leleux. — Lille. — **R**
Renouard-Béghin, Filateur et Fabricant de toiles, 3, rue à Fiens. — Lille.
Renouvier (Charles) — La Verdette, près le Pontet, par Avignon (Vaucluse). — **F**
Renversé, Sous-Intendant militaire en retraite, 49, rue Naujac. — Bordeaux.
Rérolle (Louis), 44, quai de la Guillotière. — Lyon.
Resal, Membre de l'Institut, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique. 58, rue Saint-André-des-Arts. — Paris.
*Revoil, Architecte des monuments historiques, Membre correspondant de l'Institut, avenue Feuchères. — Nîmes.
Revouy (J.-A.), Médecin vétérinaire. — Vienne (Isère).
Rexès, Membre de la Société des agriculteurs de France. — Jarnac (Charente).
Rey (Dieudonné), Architecte de la ville. — Millau (Aveyron).
Rey-Lescure, Membre de la Société géologique de France, 8, faubourg du Moustier. — Montauban.
*Reynès (Jules), Vice-Président du Conseil de préfecture, 9, rue Vieille. — Montpellier.
Dr Riant, Médecin de l'École normale du département de la Seine, 138, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris.
Riaz (Auguste de), Banquier, 10, quai de Retz. — Lyon. — **F**
Dr Riban, Directeur-adjoint au laboratoire d'enseignement chimique et des hautes Études à la Sorbonne. — Paris.
Riberolles (Charles de). — Bulhon par Lezoux (Puy-de-Dôme).
Ribot, Avocat, Député du Pas-de-Calais, 32, rue de Turin. — Paris.
Ricard (Gaston) Représentant de droguerie et de pharmacie, 3, galerie Malakoff. — Alger.
*Ricard (Emmanuel de), Capitaine du génie, 11, rue Saint-Roch. — Montpellier.
*Ricard (Louis-Xavier de), Homme de lettres, plan des Quatre-Seigneurs. — Montpellier.
Richard, Chimiste, 13, rue Crevier. — Rouen.
Richard (J.), Entrepreneur. — Au Buisson-de-Cabans (Dordogne).
Dr Richard, Médecin stagiaire au Val-de-Grâce, quai Saint-Martin, à Lille, et 5, rue Bertholet. — Paris.
Richard (Alexandre), 14, rue des Canonniers. — Saint-Quentin (Aisne).
Richard (Maurice), Maire de Millemont, Conseiller général de Seine-et-Oise, 33, rue de Prony. — Paris.
Richard (l'abbé), Chanoine, Hydrogéologue, au Séminaire. — Montlieu (Charente-Inférieure).
*Ricome (P.), Pharmacien. — Massillargues (Hérault).
Dr Ricord, Membre de l'Académie de médecine, 6, rue de Tournon. — Paris. — **F**
Dr Riégé, 30, rue d'Hauteville. — Paris.
Rieumal, Négociant, 6, rue de Mulhouse. — Paris.
*Rieunègre (Fabre de), 90, rue Fondaudège. — Bordeaux.
Riffaut (le général), 10, rue Garancière. — Paris. — **F**
*Rigal (Paul), Avocat. — Béziers (Hérault).
Rigaud (Charles). — Pons (Charente-Inférieure).
Rigaud (Ad.), Négociant, Conseiller municipal, 49, quai de Béthune. — Lille.

RIGAUD, Fabricant de produits chimiques, 8, rue Vivienne. — Paris. — **F**
RIGAUD (Mme), 8, rue Vivienne. — Paris. — **F**
RIGAUT (E.), Filateur, rue Sainte-Marie. — Fives-Lille.
RIGEL (Jérôme), 17, rue de Lancry. — Paris.
RIGOUT, Chimiste à l'École des Mines, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris.
RILLIET, 8, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Genève (Suisse). — **R**
*RISLER (Eugène), Directeur de l'Institut national agronomique, 168, boulevard Haussmann. — Paris. — **R**
RISLER (Charles), Chimiste, 39, rue de l'Université. — Paris. — **F**
*RISLER (Edmond), Elève de l'Institut national agronomique. — Paris.
RISPAL, Négociant, 200, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
*RITTER (Frédéric), Ingénieur en chef du chemin de fer de Bédarieux, 1, rue Saint-Mathieu. — Montpellier.
*RIVIÈRE (Em.) Archéologue, 93, rue du Bac. — Paris.
ROBERT, Ingénieur des ateliers au Chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
ROBERT (Edouard), Directeur-adjoint des postes et télégraphes, 3, rue du Centaure. — Alger.
ROBERT (DE), Directeur de l'Établissement d'Indret (Loire-Inférieure).
ROBIN (Alphonse), 12, quai des Célestins. — Lyon.
ROBIN, Banquier, 38, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon. — **R**
ROBIN (Ch.), Sénateur, Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, 94, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **R**.
ROBINEAUD, Pharmacien, 62, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
ROBINEAUD, Étudiant en médecine, 62, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
ROCACHÉ, 236, rue Saint-Antoine. — Paris.
*ROCHE (Edouard), professeur à la Faculté des sciences, 6, rue Basse. — Montpellier.
ROCHETTE (DE LA), Maître de forges (Hauts-Fourneaux et Fonderies de Givors), 11, cours du Midi. — Lyon. — **F**
Dr RODET, Président de la Société protectrice de l'enfance, 26, cours Morand. — Lyon.
RODRIGUES (Gaston) 54, rue Ferrère. — Bordeaux.
RŒDERER (Léon). — Mulhouse (Alsace).
*ROEHRIG, Professeur à l'École de commerce et d'industrie, 66, rue Saint-Sernin. — Bordeaux.
RODAT (Auguste), Avoué. — Rodez (Aveyron).
ROGER (Henri), Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 15, boulevard de la Madeleine. — Paris. — **R**
*ROIG-Y-TORRES (Raphael), Directeur de la *Cronica cientifica*. — Barcelone.
ROLAND (H.), Ingénieur en chef de l'Association normande des propriétaires de machines à vapeur, 3, rue Jeanne-d'Arc. — Rouen.
ROLLHAUS, Courtier, impasse Massieu-de-Clerval. — Le Havre.
ROLLAND, Directeur de la Société Générale pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie en France, 7, place de l'Helvétie. — Lyon.
ROLLAND, Membre de l'Institut, Directeur général des Manufactures de l'État, 66, rue de Rennes. — Paris. — **F**
ROLLAND (L.), Fabricant de produits chimiques, 19, Grande-Rue. — Montrouge (Seine).
Dr ROLLET, 3, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
Dr ROLLET, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, Ex-chirurgien en chef de l'Antiquaille, 41, rue Saint-Pierre. — Lyon.
Dr ROLLET DE L'YSLE. — Montmerle-sur-Saône (Ain). — **F**
ROLLEZ (G.), 24, boulevard de la Liberté. — Lille.
ROMAN (E.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 3, rue Barbecanne. — Périgueux.
ROMAN (Léon), Ingénieur civil, 31, rue de Londres. — Paris.
ROMILLY (DE), 22, rue Bergère. — Paris. — **F**
RONDET, Pharmacien, 53, rue Nationale. — Ivry-sur-Seine.
RONNA (A.), Ingénieur, Secrétaire du comité de l'Association autrichienne I. R. P. des Chemins de fer de l'Est, 17, boulevard des Italiens. — Paris.
ROQUES DESVALLÉES (H.), Licencié ès-sciences, 11, rue Victor-Cousin. — Paris.
ROSENSTIEHL (Auguste), 114, route de Saint-Leu. — Enghien (Seine-et-Oise).
ROSET (Henri), Pharmacien, Fabricant de produits chimiques, 31, place d'Aumont. — Tours.
ROSIERS (DES), Propriétaire, 154, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
ROSS (Alexander-Milton), M. Dr.; M. A., Membre des Associations anglaise et américaine pour l'avancement des sciences, de la Société impériale des naturalistes de Moscou et de la Société entomologique de France, — Toronto (Canada).

ROTHSCHILD (le baron Alphonse DE), 2, rue Saint-Florentin. — Paris. — **F**
ROTIG, 51, rue de Paris. — Le Havre.
ROUART (H.), ancien Élève de l'École polytechnique, 137, boulevard Voltaire. — Paris.
*ROUCH (Germain), Etudiant en médecine, 2, rue de l'Hospice-Saint-Joseph. — Béziers.
ROUCHY (abbé), Vicaire. — Ségur-les-Villas (Cantal).
ROUDIER, Député, Conseiller général de la Gironde. — Pessac de Gensac (Gironde).
*ROUGERIE (l'abbé P. E.), curé, archiprêtre. — Rochechouart (Haute-Vienne).
*ROUGET (Ch.), Professeur au Muséum d'histoire naturelle. — Paris.
ROUGET (Paul), Ingénieur, Directeur de la Compagnie du Gaz de Brest, 38, rue de Berry. — Paris.
Dr ROUGIER. — Arcachon.
ROUHER (Gustave), 10, rue du Cirque. — Paris.
ROUIT, Ingénieur en chef de la Compagnie du Médoc. — Bordeaux.
ROUMAZEILLES, Vétérinaire. — Bernos, près Bazas (Gironde).
ROUMIEU, Négociant, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
ROUSSE, Conseiller général de la Loire-Inférieure, 11, rue Lafayette. — Nantes.
ROUSSEAU (Em.), Chimiste, Fabricant de produits chimiques, 44, rue des Écoles. — Paris.
ROUSSEL (Victor), Fabricant de produits chimiques, 13, rue Neuve. — Clermont-Ferrand.
Dr ROUSSEL (Théophile), Sénateur, Membre de l'Académie de médecine, 64, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **F**
ROUSSEL (Jules), Négociant. — Béziers.
*ROUSSEL (Louis), Avocat, ancien bâtonnier, place Louis XVI, 3, impasse Montferrier. — Montpellier.
*ROUSSEL PELET DE LA LOZÈRE, Conseiller à la Cour, enclos Tissié-Sarrus. — Montpellier.
ROUSSELET (L.), Archéologue, 126, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **R**
ROUSSELET, Sous-Inspecteur des forêts. — Saint-Gobain (Aisne).
ROUSSELIER (Jean), Directeur de la Société des charbons agglomérés du Sud-Est, 18, rue de la République. — Marseille.
*ROUSSET (Ernest), professeur à l'École de médecine. — Montpellier.
ROUSSILLE (Albert), Professeur à l'École nationale d'agriculture de Grand-Jouan. — Nozay (Loire-Inférieure).
ROUSSILLE (Mme). — Nozay (Loire-Inférieure).
*Dr ROUSTAN, 58, rue d'Antibes. — Cannes.
*ROUSTAN, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, rue Saint-Guilhem. — Montpellier.
*Dr ROUVIER, 2, rue Nau. — Marseille.
*ROUVIÈRE (A.), Ingénieur civil et Propriétaire. — Mazamet (Tarn). — **F**
*ROUVILLE (Paul de), Professeur à la Faculté des sciences. — Montpellier.
*ROUVILLE (Henri DE), Conseiller à la Cour d'appel. — Nîmes (Gard).
*ROUVILLE (Pierre DE), substitut. — Montpellier.
ROUX, Imprimeur, 21, rue Centrale. — Lyon.
ROUX (Henri), Propriétaire, 11, place Bellecour. — Lyon.
ROUX (Ch.), Négociant, 136, rue Amelot. — Paris.
ROUX (Ph.), 138, rue Amelot. — Paris.
*ROUZAUD (Henri), Élève à la Faculté des sciences. — Montredon près Narbonne (Aude).
ROYER, 12, boulevard Bonne-Nouvelle. — Paris.
*ROZY (H.), Avocat, Professeur à la Faculté de droit, 10, rue Saint-Antoine-du-T. — Toulouse.
RUCH (Alphonse), 29, rue Sévigné. — Paris.
RUILLIÉ, Sous-Inspecteur des forêts, 15, rue Auvray. — Le Mans.
*Dr SABATIER, rue de la Coquille. — Béziers (Hérault).
Dr SABATIER. — Cahors.
SABATIER (Armand), Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier. — Montpellier. — **R**
*Dr SABATIER-DESARNAUD. — Béziers (Hérault).
SABIN-BOULET, 30, rue Abel-de-Pujol. — Valenciennes.
SABOURAUD (Fernand). — Salidieu, par Mareuil-sur-Lay (Vendée).
SACAZE (Julien), Avocat. — Saint-Gaudens (Haute-Garonne).
SAGNIER (Henri), Secrétaire de la rédaction du *Journal de l'Agriculture*, 152, rue de Rennes. — Paris.
SAIGE (Jules), Propriétaire, 65, rue d'Amsterdam. — Paris.

SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Henri), Membre de l'Institut, 155, boulevard Saint-Germain.— Paris.
*SAINT-ELME-PETIT (Mlle), 3, rue Volney. — Paris.
SAINT-EXUPÉRY (le comte DE), Membre de la Société de géographie, Manufacturier, rue du Gouvernement. — Saint-Quentin.
SAINT-JOSEPH (le baron DE), 23, rue François Ier. — Paris.
SAINT-LOUP, Professeur à la Faculté des sciences de Besançon. — Besançon.
SAINT-MARTIN (Charles DE). — Billy-sur-les-Côtes, par Vignoules (Meuse). — R
SAINT-OLIVE (G.), Banquier, 13, rue de Lyon. — Lyon. — R
SAINT-PAUL DE SAINÇAY, Directeur de la Société de la Vieille-Montagne, 19, rue Richer. — Paris. — F
*SAINT-PIERRE (Camille), Directeur de l'École d'agriculture. — Montpellier.
*SAINT-QUENTIN (Marcel DE), Directeur de la Société Générale, 31, rue Saint-Guilhem. — Montpellier.
SAINT-SAUD (Aymar d'Arlot baron DE), magistrat, Membre de la Société archéologique du Perigord, secrétaire général de la section sud-ouest du Club Alpin. — Château de la Valouze, par la Roche-Chalais (Dordogne).
SAINT-VIDAL (DE), Directeur particulier à Bordeaux de la Compagnie d'Assurances Générales, cours de Tourny. — Bordeaux.
*SALANSON (A.), Directeur de l'Usine à gaz. — Nimes.
SALAVERT, propriétaire. — Sainte-Foy-la-Grande (Gironde).
SALLE (Adolphe), Négociant, 61, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
SALET (Georges), Préparateur à la Faculté de médecine, 120, boulevard Saint-Germain. — Paris. — F
SALET (Mme), 120, boulevard Saint-Germain. — Paris.
SALLERON, Constructeur, 24, rue Pavée (au Marais). — Paris. — F
*SALMON (Ph.), Secrétaire général du Comité des notaires des départements, 29, rue Le Peletier. — Paris.
SALVE (DE), Recteur de l'Académie. — Alger.
SAMARY (Paul), Ingénieur, Architecte en chef de la Ville, 31, rue Mogador. — Alger.
SAMAZEUILH (Fernand), Avocat, 60, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
SAMBUC, Ancien élève de l'École polytechnique, 17, Grande-Rue. — Montélimart. — (Drôme).
*SAPORTA (le marquis DE), correspondant de l'Institut. — Aix (Bouches-du-Rhône).
SAPORTA (Mme la marquise DE). — Aix-en-Provence.
SARAZIN (Edmond), Licencié ès-sciences. — Genève.
SARCEY (Francisque), 59, rue de Douai. — Paris.
Dr SARROUILLE. — Marmande (Lot-et-Garonne).
SAUDEAU (Antoine). — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
Dr SAUVAGE (Émile), 2, rue Monge. — Paris.
SAVÉ, Pharmacien. — Ancenis (Loire-Inférieure).
SAY (Léon), Sénateur, ancien Ministre des finances, 45, rue La Bruyère. — Paris. — F
SCHACHER (Georges), Négociant, 15, allées de Chartres. — Bordeaux.
SCHAEFFER (Gustave), Chimiste. — Dornach (Haut-Rhin).
SCHEURER-KESTNER, Sénateur, 84, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — F
*SCHLOTFELDT (Frédéric), Directeur de l'Usine à gaz. — Montpellier.
SCHLUMBERGER (Charles), Ingénieur des constructions navales, au Ministère de la marine. — Paris. — R
SCHLUMBERGER (A.), Chimiste, 26, rue Bergère. — Paris.
SCHMALTZ (Albert), route de Besson, maison Klipffel. — Béziers.
*SCHMITT (Ernest), Professeur de chimie à la Faculté libre des sciences, Professeur de chimie et de pharmacie à la Faculté libre de médecine. — Lille.
SCHMOL (Charles), 132, rue de Turenne. — Paris.
SCHNEIDER-BOUCHEZ, Négociant, rue des Ponts-de-Comines. — Lille.
SCHOENGRUN, Membre de la Chambre de commerce, place Dauphine. — Bordeaux.
*SCHRADER père, ancien Directeur de classes de la Société philomathique, 20, rue Borie. — Bordeaux. — F
SCHRADER (Frantz), Membre de la Direction centrale du Club Alpin, 46, rue d'Assas. — Paris.
SCHREIBER (Théodore), Ingénieur constructeur. — Saint-Quentin.
SCHULTZ (E.) et Cie, Fabricants, 8, rue du Griffon. — Lyon.
SCHUTZENBERGER, Professeur au Collège de France, 67, rue des Feuillantines. — Paris.

Schwaeblé, ancien Élève de l'École polytechnique, Directeur de l'École supérieure du commerce, 102, rue Amelot. — Paris.
Dr Schwartz, 26, rue Monge. — Paris.
Scrive (Désiré), Négociant, 1, rue des Lombards. — Lille.
Scrive-Loyer, Manufacturier, 292, rue Notre-Dame. — Lille.
Sebastian (D.-S.), Major de l'artillerie espagnole, 3, calle Colmillo. — Madrid.
Sebert (H.), Lieutenant-Colonel d'artillerie de la marine, 17, boulevard de Courcelles. — Paris.
Secrestat, Négociant, Membre du Conseil municipal. — Bordeaux.
Secretant (Georges), Ingénieur-opticien, 13, rue du Pont-Neuf. — Paris.
Sédillot (C.), Membre de l'Institut, Ex-Médecin Inspecteur général, Directeur de l'École militaire de santé de Strasbourg, 131, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **F**
Sée (Marc), Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 126, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Sée (Edmond), Ingénieur, 121, boulevard de la Liberté. — Lille.
Segrestaa (Maurice), 25, allées de Chartres. — Bordeaux.
Segretain, Commandant du génie, 60, cours d'Aquitaine. — Bordeaux. — **R**
Séguin (Paul), Ingénieur, 4, rue des Deux-Maisons. — Lyon.
Séguin (L.), Directeur de la Compagnie du Gaz du Mans, Vendôme et Vannes, à l'usine à gaz. — Le Mans.
Seiler (Antonin), Juge d'Instruction. — La Châtre (Indre).
*Seiler (Albert), Ingénieur, 17, rue Martel. — Paris.
Seignouret (P.-E.), ancien élève de l'École polytechnique, 23, cours du jardin public. — Bordeaux.
Selleron (E.), Ingénieur des constructions navales, 5, rue Auvray. — Cherbourg.
Dr Selsis. — Nérac.
Selys-Longchamps (Em. de), Sénateur, Membre de l'Académie royale de Belgique. — — Liège (Belgique).
Selys-Longchamps (Walther de), 26, rue de la Tour — Paris-Passy.
Serpette, Négociant, Industriel, 13, rue de l'Entrepôt. — Nantes.
*Serre (Gaston de), Membre de la Société géologique de France, 8, rue Las-Cases, — Paris.
*Serre (Fernand), Avocat, 2, rue Levat. — Montpellier.
*Serre (Saint-Hubert), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine. — Montpellier.
Serret, Membre de l'Institut, 36, rue Saint-Martin. — Versailles. — **F**
*Serrurier, Directeur de l'École Sainte-Marie, rue Dumé-d'Aplemont. — Le Havre
Dr Servantie, Pharmacien, 31, rue Margaux. — Bordeaux.
Serve (Élie), notaire. — Saint-Pourçain (Allier).
Servier (Aristide-Édouard), Ingénieur des arts et manufactures, Directeur de la Compagnie du gaz de Metz, 21, rue Baudin. — Paris. — **R**
*Dr Seux, 97, rue de Rome. — Marseille.
Sévenne, Membre de la Chambre de commerce, 1, rue de Lyon. — Lyon.
Seynes (Léonce de), 58, rue Calade. — Avignon. — **R**
Seynes (de), Agrégé à la Faculté de Médecine, 63, rue de Varennes. — Paris. — **F**
Dr Sezary, Médecin de l'hôpital civil, 8, rue Vialar. — Alger.
Sibille (Maurice), Avocat, 3, rue Racine. — Nantes.
*Sibour (Auguste), Capitaine de vaisseau. — Salon (Bouches-du-Rhône).
Sicard, Chef de section aux chemins de fer de l'Etat. — La Rochelle.
Sicard (H.), Professeur à la Faculté des sciences, 2, place Kléber. — Lyon.
*Sicard (Léonce), Étudiant en médecine, 4, rue Montpellieret. — Montpellier.
Sicard, Directeur de l'École normale. — Périgueux (Dordogne).
Siébert, 23, rue Paradis-Poissonnière. — Paris. — **F**
Siegfried (Jules), Négociant, 1, rue Saint-Michel. — Le Havre.
Siegfried (Jacques), Banquier, 13, rue Monsigny. — Paris.
Siégler (Ernest), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Bar-le-Duc. — **R**
Silva (R.-D.), Chef des travaux de chimie analytique à l'École centrale, 19, rue Soufflot. — Paris.
Simon, Directeur de l'exploitation du chemin de fer du Midi, rue du Réservoir. — Bordeaux.
Simon (Pierre), Propriétaire, 12, quai de Turenne. — Nantes.
Simon, Bijoutier. — Rodez (Aveyron).
Simon (J.), Ingénieur, Membre de la Société géologique de France. — Redon (Ille-et-Vilaine).

SIMON (Fidèle), Député de la Loire-Inférieure. 42, rue Vital. — Passy-Paris.
*SIMON (A.-B.), Ingénieur, Directeur des mines de Graissessac, 12, rue du Clos-René. — Montpellier.
*SIMON, Professeur au Lycée Louis-le-Grand, 5, rue Monge. — Paris.
SINEAU (Félix), Professeur de musique. — Guéret.
SINDICO (Pierre), Peintre, 7, rue Garreau. — Paris (Montmartre).
Dr SINÉTY (DE), 10, rue de la Chaise. — Paris.
*SINOT, Professeur de sciences physiques — Cette.
SIRET (Eugène), Réd. du *Courrier de La Rochelle*, place de la Mairie. — La Rochelle.
SIRODOT (Simon), Doyen de la Faculté des sciences de Rennes. — Rennes.
SIVRY (P.), Chef de bureau au Crédit Foncier de France, 34, rue de l'Ouest — Paris.
Dr SMESTER, 71, rue de Rome. — Paris.
SOCIÉTÉ anonyme des Houillères de Montrambert et de la Béraudière. — Lyon. — **F**
SOCIÉTÉ nouvelle des Forges et Chantiers de la Méditerranée, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris. — **F**
SOCIÉTÉ Académique de la Loire-Inférieure. — Nantes. — **R**
SOCIÉTÉ Philomathique de Bordeaux. — **R**
SOCIÉTÉ centrale de Médecine du Nord. — Lille. — **R**
SOCIÉTÉ des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure, représentée par M. Beltremieux, Maire de la Rochelle, Officier de l'instruction publique. — La Rochelle.
SOCIÉTÉ Pharmaceutique de l'Indre. — Châteauroux.
SOCIÉTÉ d'Agriculture de l'Indre, place du Marché-aux-Blés. — Châteauroux.
SOCIÉTÉ d'Histoire naturelle de Toulouse, rue de la Pomme. — Toulouse.
SOCIÉTÉ Géologique de Normandie. — Le Havre.
SOCIÉTÉ de Médecine de Saint-Étienne et de la Loire. — Saint-Étienne (Loire).
SOCIÉTÉ d'Emulation des Côtes-du-Nord. — Saint-Brieuc.
SOCIÉTÉ d'Émulation du Doubs. — Besançon.
SOCIÉTÉ de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux.
SOCIÉTÉ de Médecine et de Chirurgie. — La Rochelle.
SOCIÉTÉ de Médecine de Saintes, représentée par M. le docteur Papillaud. — Saujon (Charente-Inférieure).
SOCIÉTÉ de Médecine et de Chirurgie pratiques de Montpellier.
SOCIÉTÉ des Sciences physiques et naturelles, rue Montbazon. — Bordeaux.
SOCIÉTÉ libre d'Émulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure, 40, rue Saint-Lô. — Rouen.
SOCIÉTÉ Académique d'Architecture de Lyon, palais des Arts. — Lyon.
SOCIÉTÉ d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe. — Le Mans.
SOCIÉTÉ des Sciences médicales de Lyon.
SOCIÉTÉ des Sciences et Arts de Vitry-le-Français.
SOCIÉTÉ des Sciences ph. et nat. de Toulouse, 5, rue Moulin-Bayard. — Toulouse.
SOCIÉTÉ d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts, Belles-Lettres du département de la Loire. — Saint-Étienne.
SOCIÉTÉ Polymathique du Morbihan. — Vannes.
SOCIÉTÉ d'étude des Sciences naturelles. — Nimes.
SOCIÉTÉ de Pharmacie de Bordeaux. — Bordeaux.
SOCIÉTÉ d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du dépt de la Marne. — Châlons.
SOCIÉTÉ Ramond, représentée par M. le Pasteur Frossard. — Bagnères-de-Bigorre.
SOCIÉTÉ nationale des Sciences nat. et mathém. de Cherbourg. — Cherbourg.
SOCIÉTÉ d'études des Sciences naturelles. — Béziers.
SOCIÉTÉ Industrielle d'Amiens. — Amiens. — **R**.
SOCIÉTÉ d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts. — Poitiers.
SOCIÉTÉ linnéenne de Bordeaux. — Bordeaux.
SOCIÉTÉ française d'hygiène (Président de la), 30, rue du Dragon. — Paris.
SOCIÉTÉ des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. — Lille.
SOCIÉTÉ de géographie, 184, boulevard Saint-Germain. — Paris.
SOCIÉTÉ des pharmaciens des Bouches-du-Rhône, 25, rue de l'Arbre. — Marseille.
SOCIÉTÉ de géographie de Marseille, 15, rue Montgrand. — Marseille.
SOCIÉTÉ d'horticulture de Marseille, 4, place du Lycée. — Marseille.
SOCIÉTÉ de statistique, 4, rue d'Arcole. — Marseille.
SOCIÉTÉ des sciences de Lille. — Lille.
SOHIER, 9, rue de Belzunce. — Paris.
*SOLEILLET (Paul), Voyageur en Afrique. — Mazel par Villeraugue (Gard).
Dr SOLLES, Conseiller municipal, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.

SOLVAY. — Baitsfort-lès-Bruxelles (Belgique). — **F**
SOLVAY ET Cie, usine de Varangeville-Dombasle, par Dombasle (Meurthe-et-Mos.). — **F**
SORBIER (Jules), Professeur de physique au Lycée. — Alger.
SORET (Louis), Rédacteur des *Archives des Sciences naturelles*, 2, rue Beauregard. — Genève (Suisse).
SORET (Charles). — Genève.
*SOUBEIRAN (Léon), Professeur à l'École de pharmacie. — Montpellier.
*SOUVERBIE (Saint-Martin), Conservateur du Muséum d'histoire naturelle. — Bordeaux.
Dr SPAGNOLINI (Alessandro), Professeur d'histoire naturelle au Collège militaire. — Florence (Italie).
SPÉE (Eug.), Docteur ès-sciences, 2, rue Monsigny, hôtel Dalayrac. — Paris.
STÉHÉLIN (E.), Conseiller municipal, rue Vauban. — Bordeaux.
STENGELIN, maison Évêque et Cie, 31, rue Puits-Gaillot. — Lyon. — **R**
Dr STÉPHAN (E.), Professeur suppléant à l'École de médecine d'Alger, 18, rue Rovigo. — Alger.
Dr STŒBER, Aide de clinique à la Faculté de Médecine, 27, rue Saint-André-des-Arts. — Paris.
*STŒCKLIN, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Marseille.
STORCK, Ingénieur civil, 78, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
STORCK (Justin), Graveur, 24, rue des Missions. — Paris.
STROBL (Hermann), Chimiste, 6, rue Saint-Géry. — Valenciennes.
STUREL (Emile), Étudiant, 56, rue Saint-Laurent. — Pont-à-Mousson.
STUREL (Louis), 56, rue Saint-Laurent. — Pont-à-Mousson.
SUC (Charles), Étudiant en médecine, 9, place du Panthéon. — Paris.
Dr SUCHARD, 9, avenue de l'Observatoire et aux bains de Lavey. — Vaud (Suisse). — **F**
*SUDRE (Louis), Professeur. — La Chapelle-Saint-Mesmin.
*SURELL, Ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, Administrateur du Chemin de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
SURUN (Émile), Pharmacien, 376, rue Saint-Honoré. — Paris.
SYKES (Alfred), Solicitor. — Milesbridge near Huddersfield (Angleterre).
TAINE (Albert), Pharmacien de 1re classe. — Fourmies (Nord).
TALABOT (Paul), Directeur général des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 10, rue Volney. — Paris. — **F**
TALRICH (Jules), Statuaire, Modeleur d'anatomie des Facultés de Médecine de Paris et de Nancy, 97, boulevard Saint-Germain. — Paris.
TANRET (Charles), Pharmacien de 1re classe, 6, rue du Bois. — Troyes.
TARRADE (A.), Pharacmien, 65, avenue du Pont-Neuf. — Limoges (Haute-Vienne).
TARRY (H.), Inspecteur des Finances, 40, chemin des Jardy. — Meudon.
TASSIN, Député de Loir-et-Cher. — Noyers (Loir-et-Cher).
TASTET (Edouard), Négociant, 60, façade des Chartrons. — Bordeaux.
TATIN (Victor), Ingénieur mécanicien, 9, rue Casimir-Delavigne. — Paris.
TAVERNIER (DE), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Le Mans.
TCHEBICHEF, Membre de l'Académie. — Saint-Pétersbourg (Russie).
TCHERNIACH, 118, boulevard Maillot. — Neuilly (Seine).
TÉALLIER, Secrétaire général de la Soc. d'Agr. du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
Dr TEILLAIS, place du Cirque. — Nantes. — **R**
TEISSET (Jules), Ingénieur des Arts et Manufactures, 6, rue des Jeûneurs. — Paris.
*Dr TEISSIER (Joseph), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, 16, quai Tilsitt. — Lyon.
*TEISSIER fils (Mme), 16, quai Tilsitt. — Lyon.
*Dr TEISSIER, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, 16, quai Tilsitt. — Lyon. — **R**
TERQUEM, Professeur d'hydrographie. — Dunkerque.
TERQUEM (Alfred), Professeur à la Faculté des Sciences, 116, rue Nationale. — Lille. — **R**
TERREIL, Aide naturaliste, 11, rue Royer-Collard. — Paris.
TERRIER (Léon), Professeur au collège Rollin, avenue Trudaine. — Paris.
TERRIER, Architecte, Secrétaire de l'École spéciale d'architecture, 136, boulevard Montparnasse. — Paris.
TERRIER, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 22, rue Pigale. — Paris.
Dr TESTELIN (Achille), Sénateur, 16, rue de Thionville. — Lille.
TESSEIRE (Albert), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
TESSEIRE (Omer), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
TEULADE (Marc), Avocat, Membre de la Société de géographie et de la Société d'histoire naturelle de Toulouse, 10, rue Peyras. — Toulouse.

TEXIER (Louis), Directeur de l'École de Médecine, Président de l'Association des médecins de l'Algérie. — Alger.
TEYTARD (abbé Jean-Baptiste), Curé. — Aubière (Puy-de-Dôme).
TEZENAS, percepteur. — Issoire (Puy-de-Dôme).
*Dr THAON (Louis). — Nice.
*THAU (Emile), Étudiant en médecine, 37, Grande-Rue. — Cette.
THÉNARD (baron Paul), Membre de l'Institut, 6, place Saint-Sulpice. — Paris. — F
THÉNARD (Mme la baronne), 6, place Saint-Sulpice. — Paris. — R.
THÉRY, Conseiller général. — Langon (Gironde).
THEURIER (A.), Chimiste, 8, place des Pénitents. — Lyon.
THEVENET (Antoine), Professeur de mathématiques spéciales au Lycée, 40, rue de la Lyre. — Alger.
Dr THÉVENOT, 44, rue de Londres. — Paris.
THIBAULT, Ingénieur, Entrepreneur. — Saintes.
THIBAUT (D.), Chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine de Lille, 4, rue des Augustins. — Lille.
THOMAS (Louis), Chirurgien en chef de l'hôpital de Tours, 19, b. Heurteloup. — Tours.
*THOMAS (Philadelphe). — Gaillac (Tarn).
THOMAS (René), Étudiant en droit, 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse.
THOMAS (A.), Notaire. — Montrouge (Seine).
THOMSON, Député de Constantine, 24, rue de la Bruyère. — Paris.
THONA, Agent temporaire des Ponts et Chaussées, Chef de section au chemin de fer de Marvéjols à Mende. — Le Poujet, arrondissement de Saint-Flour (Cantal).
Dr THORENS, 10, rue de Penthièvre. — Paris.
*Dr THULIÉ, 31, boulevard Beausejour. — Paris. — R
THURNEYSSEN (Émile), Étudiant, 35, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
*THURON (Charles), 16, boulevard Malesherbes. — Paris.
*TILLON (Antoine), Propriétaire, 43, cours Sablon. — Clermont-Ferrand.
*Dr TISON, Docteur ès-sciences naturelles, 31, rue des Missions. — Paris.
TISSANDIER (G.), Chimiste, 19, avenue de l'Opéra. — Paris.
TISSANDIER (Albert), 19, avenue de l'Opéra. — Paris.
TISSERAND, Percepteur, 3, cours Sablon. — Clermont-Ferrand.
TISSEYRE (Albert), Archiviste de la section sud-ouest du Club Alpin, 26, cours du Vingt-Neuf-Juillet. — Bordeaux.
*TISSIÉ (Alphonse), Banquier. — Montpellier.
*TISSIÉ-SARRUS, Banquier. — Montpellier. — F
TOFFART (Auguste), Secrétaire général de la mairie. — Lille.
TOLLET, Ingénieur, 16, rue de Grammont. — Paris.
Dr TOLMATSCHEW (Nicolas) Clinique. — Kasan (Russie)
TONDUT (Albert), Procureur de la République. — Blaye.
Dr TOPINARD (Paul), Sous-Directeur du Laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études, 97, rue de Rennes. — Paris.
TORQUET (L.), 17, rue Jeanne-Hachette. — Havre.
TORRILHON, Fabricant de caoutchouc. — Chamalières près Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
*TOUCAS (Aristide), Capitaine du 12e régiment d'infanterie. — Lodève.
*TOULMIN (Mlle Smith P.), Professeur d'anglais, 7, pl. Saint-Côme. — Montpellier.
TOULON (Paul), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Licencié ès-lettres, Licencié ès-sciences. — Muret (Haute-Garonne).
Dr TOURANGIN (Gaston), Conseiller général de l'Indre, 20 *bis*, boulevard Voltaire. — Paris.
TOURASSE (Pierre-Louis), Propriétaire, Petit-Boulevard. — Pau. — F
TOURNAIRE, Ingénieur en chef des Mines, 1, rue Gay-Lussac. — Paris.
TOURNOUER (Raoul), Anc. prés. de la Soc. géologique de France, 43, r. de Lille. — Paris.
*TOURTOULON (le baron DE), Propriétaire. — Montpellier. — R
TOUSSAINT, Professeur à l'École vétérinaire. — Toulouse.
Dr TOUSSAINT. — Mézières (Ardennes).
*Dr TOUTANT. — Marans (Charente-Inférieure).
*Dr TRABUT, Médecin adjoint à l'hôpital civil. — Alger.
TRANNIN, Docteur ès-sciences. — Arras.
TRAVELET, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Vesoul (Haute-Saône).
TRÉBUCIEN (Ernest), Manufacturier, 25, cours de Vincennes. — Paris. — F
TRECH (R.), Avocat défenseur, conseiller municipal, 11, rue Bruce. — Alger.
*TRÉLAT (Émile), Architecte, Directeur de l'École spéciale d'architecture, 17, rue Denfert-Rochereau — Paris..

*Trélat (Gaston), Architecte, 17, rue Denfert-Rochereau. — Paris.
Trélat (Ulysse), Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 18, rue de l'Arcade. — Paris. — **R**
Tresca, Membre de l'Institut, Sous-Directeur du Conservatoire des arts et métiers, au Conservatoire. — Paris.
*Trescaze (Aimé), Directeur des Douanes, 16, bd du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
*Triadou (Cadet), Naturaliste. — Pézénas (Hérault).
Dr Tripier (Léon), Chargé de cours complémentaires à la Faculté de Médecine de Lyon, 17, rue Childebert. — Lyon.
Dr Trollier, Professeur à l'École de médecine, 1, rue Lamoricière. — Alger.
*Tromelin (Gaston le Goarant de), Membre de la Société géologique de France. — Château de Rosulien, près Quimper (Finistère).
Troubetskoï (Mme la princesse de). — Bellefontaine, près Fontainebleau.
Truchot, Directeur de la station agronomique du Centre, Professeur de chimie à la Faculté des sciences, 4, barrière d'Issoire. — Clermont-Ferrand.
Trutat (Eugène), Conservateur du Musée d'histoire naturelle, 3, rue des Prêtres. — Toulouse.
Trystram, Conseiller général. — Dunkerque.
Tucskiewicz, 170, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
*Turenne (marquis de), 26, rue de Berry. — Paris. — **R**
Ujfallvy (Ch. E. de) Chargé de cours à l'École des langues orientales, 38, rue Bellechasse. — Paris.
*Usquin (Émile), Directeur des postes et télégraphes. — Montpellier.
Ussel (vicomte d'), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 44, avenue des Champs-Elysées. — Paris.
Dr Vaillant (Léon), Professeur au Muséum, 8, quai Henri IV. — Paris. — **R**
Valat, Professeur, ancien élève de l'École polytechnique, ancien Recteur, 38, rue de Cursol. — Bordeaux.
*Dr Valcourt (de). — Cannes (Alpes-Maritimes).
Valenciennes (A.), Directeur de l'usine de la pharmacie centrale de France, 317, avenue de Paris. — Saint-Denis.
*Dr Valette, 4, rue Barallerie. — Montpellier.
*Dr Vallantin (Jacques-Henri), 7, rue Tison-d'Argence. — Angoulême.
Vallée, Maire de Saint-Père-en-Retz (Loire-Inférieure).
Vallée (Alfred), Propriétaire. — Haute-Goulaine (Loire-Inférieure).
Vallery-Blanc, Propriétaire. — Am-Bessem, province d'Alger.
Dr Vallin, Professeur d'hygiène au Val-de-Grâce, 50, boulevard Saint-Michel.—Paris.
Vaney (Emmanuel), Conseiller à la Cour d'appel, 14, rue Duphot. — Paris. — **R**
Van-Iseghem (Henri), Avocat, Conseiller général de la Loire-Inférieure, 1, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes. — **R**
Van Tiéghem, Membre de l'Institut, Maître de conférences à l'École normale supérieure, 20, rue de l'Odéon. — Paris.
Varigny (Henry de), 53 *bis*, quai des Augustins. — Paris.
Variot, Ingénieur civil, 13, rue de Constantine. — Lyon.
Vassal (Alexandre), Montmorency (Seine-et-Oise) et 124, rue Saint-Lazare. — Paris. — **R**
Dr Vauréal (de). — Biarritz.
Vaurigaud, Président du Consistoire, 2, passage Saint-Yves. — Nantes.
Vauthier (L.-L.), Conseiller municipal de la Ville de Paris, 13, rue Bréda. — Paris.
*Vautier (Théodore), Étudiant, 46, rue Centrale. — Lyon. — **R**
Vautier (Émile), Ingénieur civil, 46, rue Centrale. — Lyon. — **F**
Dr Vayron. — Lavallette (Charente).
Dr Vazeille (Michel), 14, route des Moulineaux. — Issy.
Vée (Amédée), 24, rue Vieille-du-Temple. — Paris.
Vélain, Répétiteur des hautes études à la Sorbonne, 50, boulevard Saint-Germain.—Paris.
Veldès (Ad.), rue du Bac-d'Asnières. — Clichy (Seine).
Velten, 32, rue Bernard du Bois. — Marseille.
Verdet (Gabriel), Président du Tribunal de commerce. — Avignon. — **F**
Dr Verdier. — Thiers (Puy-de-Dôme).
Verdin (Ch.) Constructeur d'instruments de précision pour la physiologie, 9, rue Casimir Delavigne. — Paris.
Dr Vergely, rue Castéja. — Bordeaux.
*Dr Verger (Th.) — Saint-Fort-sur-Gironde (Charente-Inférieure).
Vergne (Comte de la), Propriétaire, 1, rue de Poissac. — Bordeaux.

VÉRITÉ (Gustave), Ingénieur civil, 5, rue Saint-Victor. — Le Mans.
VERLY, Rédacteur en chef de *l'Echo du Nord*. — Lille.
*VERMEIL (Alf.), Interne des hôpitaux, hôpital Sainte-Eugénie. — Paris.
VERNES (Félix), 29, rue Taitbout. — Paris. — **F**
VERNES D'ARLANDES (Th.), 25, faubourg Saint-Honoré. — Paris. — **F**
VERNEUIL, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 11, boulevard du Palais. — Paris. — **R**
VERNON (Antoine), Ex-Préparateur adjoint de chimie à l'École La Martinière de Lyon; chez M. Monnet, fabricant de couleurs. — La Plaine, près Genève (Suisse).
VEYRIN (Emile), 44, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris.
Dr VEYSSIÈRE, 218, boulevard Saint-Germain. — Paris.
VEZIN, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Saint-Nazaire.
VIAL, Pharmacien, 1, rue Bourdaloue. — Paris.
VIAL, Agent principal de la Compagnie générale Transatlantique. — Le Havre.
Dr VIALA (Jules). — Rodez (Aveyron).
*VIALLA (Louis), Président de la Société d'agriculture, rue des Grenadiers. — Montpellier.
Dr VIARDIN (E.). — Troyes (Aube).
*Dr VIBERT. — Puy-en-Velay.
*VIC (Henri), Marchand de bois. — Agde (Hérault).
*Dr VIDAL. — Montpellier.
VIEILLARD (Albert), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux. — **R**
VIEILLARD (Charles), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux. — **R**.
VIELLARD (Henri), Manufacturier. — Morvillars (Haut-Rhin). — **R**
Dr VIENNOIS, 39, quai de la Charité. — Lyon.
Dr VIEUSSE, Médecin-major au 92e de ligne. — Aurillac.
VIGERAL, Conseiller général du Puy-de-Dôme, Maire. — Vertaison (Puy-de-Dôme).
*VIGNARD (Charles), Négociant, Licencié en droit, 6, rue Urvoy-de-St-Bedan. — Nantes.
VIGNERTE (Louis), rue du Centre. — Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).
VIGNES (Émile), Ingénieur, 15, rue Rougemont. — Paris.
VIGNON (Léo), Docteur ès-sciences, 4, place des Jacobins. — Lyon.
VIGNON (J.), 45, rue Malesherbes. — Lyon. — **F**
VIGNON (Mme), 45, rue Malesherbes. — Lyon.
*Dr VIGOUROUX (Paul), rue du Jeu-de-Paume. — Montpellier.
Dr VIGUIER, Pharmacie centrale, 3, rue Sainte-Marie. — Lyon.
*VIGUIER (Hilaire), Professeur à la Faculté des sciences. — Montpellier.
*VIGUIER (Maurice), Préparateur d'histoire naturelle à la Faculté des sciences, faubourg Saint-Jaumes. — Montpellier.
VILLAT (Victor), Propriétaire, quai Saint-Julien. — Tournon.
VILLARS (F.-M. DE), 38, rue de Bruxelles. — Paris.
VILLE (Georges), Professeur de physique végétale au muséum d'histoire naturelle, 43 *bis*, rue de Buffon. — Paris.
*VILLE (Jules), Chef des Travaux pratiques de physique et de chimie à la Faculté de médecine, 33, cours des Casernes. — Montpellier.
*VILLENEUVE (L.), Chirurgien en chef des hôpitaux, Professeur suppléant à l'École de médecine, 8, rue Papère. — Marseille.
VILLETTE (Ch.), Négociant, allées Damour. — Bordeaux.
VINAY (Henri), ancien Député. — Au Puy (Haute-Loire).
VINAY, Conducteur des Ponts et Chaussées. — La Gazette, par Saint-Flour (Cantal).
*VINCENT (Auguste), Négociant, 6 bis, rue d'Orléans. — Bordeaux. — **R**
Dr VINCENT, 11, rue d'Isly. — Alger.
* VINCENT (H. M.), Préparateur à la Faculté des sciences, 9, rue de l'Argenterie. — Montpellier.
VINCHON, Propriétaire, rue Traversière. — Roubaix.
*VINOT, Directeur du *Journal du Ciel*, cour de Rohan. — Paris.
*VIOLLE, Professeur à la Faculté des sciences. — Lyon.
*VIOLLETTE (Ch.), Doyen de la Faculté des sciences. — Lille.
*VISSIÈRE, Constructeur d'instruments de précision, 15, rue de Paris. — Le Havre.
*VITALIS (Hubert), Étudiant. — Lodève (Hérault).
*VOGT (G.), Ingénieur, 14, rue de Rivoli. — Paris.
*Dr VOISIN (Auguste), 16, rue Séguier. — Paris. — **F**
VOISIN-BEY, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, 5, rue Aubert. — Paris.
VORUZ, Industriel, 2, rue Linnée. — Nantes.
VORUZ fils (Antony), Ingénieur civil, 11, tenue Camus. — Nantes.

Vourloud, Ingénieur civil, 38, rue de la Reine. — Lyon.
*Vuigner (H.), Ingénieur civil des Mines, 28, rue de l'Université. — Paris.
Vuillemin, Directeur des Mines. — Aniche.
*Vuillemin (Georges), Ingénieur civil des Mines, Secrétaire du Conseil d'administration de la Compagnie des mines d'Aniche. — Aniche (Nord).
Wahl (Maurice), Professeur d'histoire au lycée. — Alger.
Wallace (sir Richard), 2, rue Laffitte. — Paris. — **F**
Wallaert (Auguste), Filateur, 28, boulevard de la Liberté. — Lille.
Wallaert (Édouard), Propriétaire, rue Notre-Dame. — Lille.
Dr Walzynski 5, rue Bonne-Louise. — Nantes.
*Dr Warmont (Aug.), Ancien Interne des hôpitaux de Paris, médecin honoraire de la Manufacture de Saint-Gobain, 50, rue du Four-Saint-Germain. — Paris.
*Warmont (Paul), Elève au Lycée Louis-le-Grand, 50, rue du Four-Saint-Germain. — Paris.
*Wartelle, Blanchisserie de fils et tissus, 191, rue de Paris. — Herrin (Nord).
Wattier, Négociant. — Quévauchamps, près Tournai.
Dr Wecker (de), 55, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Weil, Ingénieur des manufactures de l'État, à la Manufacture des tabacs. — Nantes.
Weill, Agrégé de l'Université, 20, rue Toquépine. — Paris.
Weiss (Albert), 15, rue de la Grange. — Lyon-Vaise.
Wendling (Félix), Médecin communal. — La Maison-Carrée (province d'Alger).
*Westphal-Castelnau, Propriétaire, villa Louise. — Montpellier.
*Westphal (Alexandre), villa Louise, ancien chemin de Castelnau. — Montpellier.
Westphalen, Négociant, 29, rue de la Ferme. — Le Havre.
Wheeler (Silbert), Professeur de chimie, Chicago-University. — Chicago (Illinois) (United States.)
Dr Wickham (Georges), 16, rue de la Banque. — Paris.
*Wickham (Henri), Externe des hôpitaux, 78, boulevard Maillot. — Neuilly (Seine).
Wilde (de), Chimiste, 42, rue Traversière. — Bruxelles (Belgique).
Willm, Chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine, 82, boulevard Montparnasse. — Paris. — **R**
Wimpfen (le comte Victor de), Inspecteur général des lignes télégraphiques de l'Autriche, Hohermarkt. — Vienne (Autriche).
Winter, Négociant, 42, rue Jean-Jacques-Rousseau. — Paris.
Witz (Georges), Chimiste, Vice-Président de la Société industrielle de Rouen, place des Carmes, 46. — Rouen.
Woillez, Membre de l'Académie de médecine, Médecin des hôpitaux, 43, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
*Dr Wollaston (J.). — Cannes.
Worms (Fernand), 14, rue Royale. — Paris.
*Dr Worthington (L.-S.), 19, avenue de l'Opéra. — Paris.
Wouters, Rentier, 2, rue Pleuvry. — Le Havre.
Wurtz (Adolphe), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine et à la Faculté des Sciences, 27, rue Saint-Guillaume. — Paris. — **F**
Wurtz (Théodore), 40, rue de Berlin. — Paris. — **F**
Wyrouboff (G.), Docteur ès-sciences, 127, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Xambeu, Professeur au Collège. — Saintes (Charente-Inférieure).
Dr Yarrow (H.-C.), Smithsonian Institute. — Washington (United-States).
*Yver (P.), ancien Élève de l'École polytechnique, 62, rue Saint-Lazare. — Paris.
Yver. — Briarre (Loiret).
Yvernès, Avocat, Sous-Préfet. — Saint-Affrique (Aveyron).
*Zeiller (René), Ingénieur des Mines, 89, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*Zolotowitz (Lubomir), rédacteur en chef de *l'Union des Écoles*, 6, rue de la Croix-d'Or. — Montpellier.
Zurcher (Philippe), Ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché au service de la Marine, faubourg du Morillon, 7, rue Saint-François. — Toulon (Var).

LISTE DES DÉLÉGUÉS DES MINISTÈRES

AU CONGRÈS DE MONTPELLIER

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE

SAINT-PIERRE, Directeur de l'École d'agriculture de Montpellier.

MINISTÈRE DE LA GUERRE

BÉCAT, Chef d'escadron d'état-major, attaché à l'état major général du 16me corps d'armée.

BERTRAND, Capitaine d'état-major, attaché à l'école régimentaire du 2e régiment du génie, à Montpellier.

PICQUET, Capitaine du génie, répétiteur à l'École polytechnique.

MINISTÈRE DE LA MARINE

ROCHARD, Inspecteur général du service de santé de la marine, membre de l'Académie de médecine.

BOUQUET DE LA GRYE, Ingénieur hydrographe de 1re classe de la marine.

MINISTÈRE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

POUGET, Directeur-ingénieur des télégraphes, à Montpellier.

FIGARET, Inspecteur-ingénieur des télégraphes, à Montpellier.

LISTE DES SAVANTS ÉTRANGERS

AYANT ASSISTÉ AU CONGRÈS DE MONTPELLIER

MM.

ALEXÉEFF (Dr Nicolas), Professeur à Moscou (Russie).

BERENGUER (Gabriel de), Vice-consul d'Espagne à Montpellier.

CABELLO É IBAÑEZ (Louis), Docteur ès-sciences, Directeur du laboratoire chimique et agricole de Barcelone (Espagne).

FOREL (Dr A.-François), Professeur à l'Académie de Lausanne (Suisse).

GILLY (Antoine), Avocat à Alexandrie (Égypte).

HOGG (Robert), Secrétaire de la Société royale d'horticulture de Londres (Angleterre).

LANCIA DI BROLO (F.), Secrétaire de l'Académie de Palerme (Italie).

LORIOL (P. de), Paléontologiste à Fontenex, près Genève (Suisse).

MANIER (André), Professeur à Oxford (Angleterre).

OLTRAMARE (Gabriel), Professeur à l'Université de Genève (Suisse).

PERRY (Stephen-Joseph) F. R. S., Directeur de l'Observatoire de Stonyhurst (Angleterre).

RAGONA (D), Directeur de l'Observatoire de Modène (Italie).

RICCI (Mis Joseph), Lieutenant général en retraite, à Turin.

ROIG Y TORRES (Raphael), Professeur à la Faculté des Sciences de Barcelone (Espagne), Directeur de *la Chronique scientifique*.

ROSSETTI (François), Professeur de physique à l'Université de Padoue (Italie).

SCHOUTE (Pieter-Hendrick), à La Haye (Pays-Bas).

SEGUIN (Édouard), médecin de New-York (États-Unis d'Amérique).

LISTE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

QUI SE SONT FAIT REPRÉSENTER AU CONGRÈS DE MONTPELLIER

COMICE agricole de Narbonne, représenté par M. Louis de Martin, secrétaire.

COMPAGNIE des mines de Graissessac, représentée par M. Simon (A.-B.), ingénieur-administrateur.

Ecole de médecine et de pharmacie de Marseille, représentée par M. le Dr Seux, directeur.

Ecole vétérinaire de Toulouse, représentée par M. Montané (Paul).

Société d'agriculture de Montpellier, représentée par M. Leenhardt (Ernest), secrétaire.

Société d'agriculture de Nimes, représentée par M. Causse (Louis), président.

Société anatomique de la Marne, représentée par M. le Dr Grizou (Pierre).

Société archéologique de Béziers, représentée par M. Caron (Emilien), président.

Société économique de l'Aragon (Espagne), représentée par M. Lichtenstein (Jules), entomologiste, membre correspondant de l'Académie des sciences de Madrid.

Société d'émulation du Doubs, représentée par M. Daubian (Delisle), président.

Société entomologique de France, représentée par M. Lichtenstein (Jules), entomologiste, membre correspondant de l'Académie des sciences de Madrid.

Société d'études scientifiques d'Angers, représentée par M. Breheret, stagiaire à l'École d'agriculture de Montpellier.

Société d'étude des sciences naturelles de Béziers, représentée par M. le professeur Paul Cannat.

Société d'études des sciences naturelles de Nimes, représentée par M. Féminier (Gabriel), président.

Société de géographie, représentée par M. Maunoir, secrétaire général et M. James Jackson, secrétaire.

Société de géographie commerciale de Paris, représentée par M. Brau de Saint-Pol Lias (X.), président de la Société des colons explorateurs.

Société de géographie de l'Est (Nancy), représentée par M. le Dr Fournier (Alban).

Société de géographie de Marseille, représentée par M. Rabaud (Alfred), président, et M. Gaubert, secrétaire.

Société géologique de France, représentée par M. Cotteau, ancien président.

Société havraise d'études diverses, représentée par M. l'abbé Camille Maze.

Société d'histoire naturelle de Colmar, représentée par M. Grad (Charles), député de l'Alsace au Reichstag.

Société d'histoire naturelle de Toulouse, représentée par M. Cartailhac (Emile), président.

Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault, représentée par M. Aubouy (F.), directeur de l'Ecole et naturaliste.

Société industrielle de Mulhouse, représentée par M. Grosseteste (William), ingénieur E. C. P.

Société des lettres, sciences et arts de l'Aveyron, représentée par M. Cazalis de Fondouce, secrétaire général de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier.

Société de médecine de Marseille, représentée par M. le Dr Queirel (Auguste), président.

Société de médecine et de chirurgie de Bordeaux, représentée par M. le Dr Pujol (Albert), de Bordeaux.

Société de médecine et de chirurgie de Montpellier, représentée par M. Boulneih (Jules).

Société de médecine et de chirurgie de la Rochelle, représentée par M. le Dr Drouineau (Gustave).

Société médicale d'émulation de Montpellier, représentée par M. Louis de Martin, secrétaire général.

Société de micrographie belge, représentée par M. Guinard, naturaliste.

Société nationale d'agriculture, représentée par M. J.-A. Barral, secrétaire perpétuel.

Société des sciences, agriculture et belles-lettres de Montauban (Tarn-et-Garonne), représentée par M. Leenhardt.

Société des sciences naturelles de Béziers, représentée par M. Sabatier-Desarnauds (Victor), président.

Société de statistique, lettres, sciences et arts des Deux-Sèvres, a Niort, représentée par M. Ducrocq.

Société de statistique de Marseille, représentée par M. le Dr Sicard (Adrien).

Société de topographie, représentée par M. Delmas (Jacques), professeur agrégé au lycée de Marseille.

Société du Trans-saharien, représentée par M. Menier (E.), sous-directeur, membre de la Société de géographie commerciale de Paris, directeur de *la France coloniale*.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Tenue à Montpellier le 4 septembre 1879.

PRÉSIDENCE DE M. BROCA, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE,
ANCIEN PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION.

— *Extrait du procès-verbal.* —

Le Président annonce que les villes de Toulouse, d'Alger et de Marseille on adressé des invitations à l'Association pour la session de 1881; après avoir entendu les délégués envoyés par ces villes, le Conseil d'administration propose la ville d'Alger comme lieu de réunion pour la session de 1881. L'Assemblée adopte cette proposition.

A raison des circonstances particulières que présentera cette session hors de France, le Président croit devoir consulter l'Assemblée sur l'époque à laquelle il conviendra de fixer l'ouverture du Congrès : le Conseil d'administration a pensé qu'il y aurait avantage à faire en avril la session que l'on aurait pu fixer également à fin septembre et commencement d'octobre, la date ordinaire du mois d'août étant inacceptable par suite des chaleurs. L'Assemblée adopte le mois d'avril.

PRÉSIDENTS, SECRÉTAIRES ET DÉLÉGUÉS DES SECTIONS

1re et 2e Sections.

LAISANT, *Président.*
LUCAS, *Secrétaire.*
EM. LEMOINE.
PERRIER.
MANNHEIM.

—

LUCAS, *Président pour 1880.*

3e et 4e Sections.

BOUQUET DE LA GRYE, *Président.*
DEVIN, *Secrétaire.*
AUDENET.
HIRSCH.
LAUSSEDAT.

—

EM. TRÉLAT, *Président p. 1880.*

5e Section.

CROVA, *Président.*
DELEVEAU, *Secrétaire.*
LALLEMAND.
D'ALMEIDA.
CORNU.

—

MERCADIER, *Président p. 1880.*

6e Section.

CHANCEL, *Président.*
CAZENEUVE, *Secrétaire.*
FRIEDEL.
GRIMAUX.
DE CLORMONT.

—

ENGEL, *Président pour 1880.*

7e Section.

FINES, *Président.*
ANGOT, *Secrétaire.*
ANGOT.
TARRY.
FINES.

—

ANGOT, *Président pour 1880.*

8e Section.

COTTEAU, *Président.*
COLLOT, *Secrétaire.*
COTTEAU.
DES CLOIZEAUX.
POMEL.

—

COTTEAU, *Président pour 1880.*

9e Section.

BAILLON, *Président.*
GUILLAUD, *Secrétaire.*
TISON.
DUTAILLY.
GUILLAUD.

—

DE SEYNES, *Président p. 1880.*

10e Section.

SABATIER, *Président.*
ROUZAUD, *Secrétaire.*
J. CHATIN.
L. BUREAU.
POUCHET.

—

LEMOINE, *Président pour 1880.*

11e Section.

THULIÉ, *Président.*
FIÈRE, *Secrétaire.*
DE MORTILLET.
TOPINARD.
SALMON.

—

CARTAILHAC, *Président p. 1880.*

12e Section.

POTAIN, *Président.*
FRANCK, *Secrétaire.*
POTAIN.
BERGERON.
PARROT.

—

DENUCÉ, *Président pour 1880.*

13e Section.

BARRAL, *Président,*
CONVERT, *Secrétaire.*
BARRAL.
DEHÉRAIN.
BAZILLE.

RISLER, *Président pour 1880.*

14e Section.

MAUNOIR, *Président.*
CONS, *Secrétaire.*
HUREAU DE VILLENEUVE.
HAMY.
JACKSON.

—

PARMENTIER, *Président p. 1880.*

15e Section.

FRÉDÉRIC PASSY, *Président.*
BREUL, *Secrétaire.*
ALGLAVE.
J. LEFORT.
BOUVET.

—

ROZY, *Président pour 1880.*

CONGRÈS DE MONTPELLIER

PROGRAMME DE LA SESSION

28 Aout. — A 1 heure et demie de l'après-midi, Conseil d'administration. — A 3 heures du soir, Séance d'ouverture au grand Théâtre. — A 8 heures et demie du soir, réception par la Municipalité, salles des Concerts au Théâtre.

29 Aout. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — A 2 heures, Séance générale : MM. Doumet-Adamson, colonel Laussedat, Frédéric Passy et Trélat. — A 8 heures, Conférence : Des Irrigations dans le Midi, et principalement du Canal du Midi, par M. Barral, secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture de France. — Réception par le Cercle artistique.

30 Aout. — A 8 heures du matin, Séances de sections. — Après-midi, Visites à la Faculté de médecine et à la Faculté des sciences, à l'exposition de physique et de météorologie et à la Fabrique de bougies de M. Faulquier. — A 9 heures du soir, Réception par M. le préfet de l'Hérault.

31 Aout. — Excursion générale à Nîmes et à Aigues-Mortes.

1er Septembre. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — A 1 heure et demie, Conseil d'administration. — Dans l'après-midi, Visite à l'École d'agriculture, à l'École de pharmacie et à l'Exposition de physique et de météorologie.

2 Septembre. — Excursion à Balaruc et à Cette.

3 Septembre. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — Dans l'après-midi, Visite au polygone. — A 8 heures du soir, Conférence : La Lumière électrique, par M. Denayrouze, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

4 Septembre. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — A 1 heure, Conseil d'administration. — A 2 heures, Assemblée générale, Clôture de la Session. — A 7 heures du soir, Travail de nuit au polygone. — A 9 heures du soir, Réception au Peyrou par les souscripteurs de Montpellier.

La session de 1879 a été préparée à Montpellier par les soins d'un comité local, dont nous donnons ici la composition.

MEMBRES HONORAIRES

MM. Le Général commandant le 16e corps d'armée.
Le Premier Président de la Cour d'appel.
Le Général de division.
Le Préfet de l'Hérault.
Mgr l'Évêque de Montpellier.
Le Président du Consistoire.
Le Procureur général.
L'Intendant militaire.
Le Président du Conseil général.
Le Recteur.
Le Doyen de la Faculté de médecine.
Le Doyen de la Faculté des sciences.
Le Doyen de la Faculté des lettres.
Le Directeur de l'Ecole de pharmacie.
Le Trésorier-Payeur général.
Le Directeur de l'École d'agriculture.

BUREAU

MM. le Maire de Montpellier, *Président d'honneur*.
Courty, Membre fondateur, Vice-Président de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier, *Président*.
Castelnau (Eugène), Conseiller municipal, *Vice-Président*.
Espous (Comte Auguste d'), *Vice-Président*.
Grasset, Président honoraire de la Cour d'appel, *Vice-Président*,
Rouville (Paul de), Professeur à la Faculté des sciences, *Vice-Président*.
Sabatier (Armand), Professeur à la Faculté des sciences, *Secrétaire général*.
Croiset, Professeur à la Faculté des lettres, *Secrétaire*.
Engel, Professeur à la Faculté de médecine, —
Frat (Dr Victor), —
Grasset, Agrégé à la Faculté de médecine, —
Pommier-Layrargues (Georges), Ingénieur, —
Tissié-Sarrus, banquier, *Trésorier*.

MEMBRES

MM. Aragon, Premier Président honoraire, Président de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier.
Airolles (d')
Baldy, Président du Tribunal de commerce.
Bazille (Gaston), Sénateur, Vice-Président de la Société d'agriculture.
Bazille (Louis), Négociant.
Bérard (Raoul), Avocat.
Bertin (Émile), Professeur à la Faculté de médecine.
Brignac (Jules de) Membre du Conseil général.
Bésiné, Architecte du département.
Bimar (Auguste), Propriétaire.
Blavy (Alfred), Avoué à la Cour.
Brun-Faulquier, Manufacturier.
Castan (Dr) Professeur à la Faculté de médecine.
Cazalis (Dr Frédéric), Directeur du *Messager agricole*.
Cazalis de Fondouce, Ingénieur civil, Secrétaire général de l'Académie de Montpellier.
Combal, Professeur à la Faculté de médecine, Membre fondateur.
Colonel (le) d'État-Major.
Colonel (le) du Génie.
Colonel (le) Directeur du Génie.
Colonel (le) du 122e de ligne.
Colonel (le) de Gendarmerie.
Crassous, Ingénieur de la Compagnie des Salins du Midi.
Crova, Professeur à la Faculté des sciences.
Delon (Ernest), Ingénieur civil.
Delpech (Henri), Avocat et Publiciste.
Diacon, Professeur à l'École de pharmacie.
Dubrueil (Ernest), Directeur de *la Revue des sciences naturelles*.
Espéronnier, Doyen, Conseiller à la Cour.
Estor, Professeur à la Faculté de médecine.
Fabrège fils.
Faliès père, Négociant.
Garlin-Soulandre, Professeur au lycée.
Général (le) de brigade.
Gervais (Alfred), Ingénieur, Directeur de la Compagnie des Salins du Midi.
L'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
L'Ingénieur en chef du Service maritime.
L'Ingénieur en chef du Service hydraulique.
L'Ingénieur ordinaire des Mines.
L'Ingénieur en chef du Chemin de fer de Bédarieux.

L'Inspecteur du Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.
L'Inspecteur du Chemin de fer du Midi.
L'Inspecteur des Chemins de fer de l'Hérault.
L'Inspecteur d'Académie.
Jaumes, Professeur à la Faculté de médecine.
Jeanjean, Professeur à l'École de pharmacie.
Kühnholtz-Lordat (Achille), Membre de la Société des gens de lettres.
Lacarole, Architecte de la Ville.
Leenhardt (Ernest), ancien Président du Tribunal de commerce.
Lunaret (de) Vice-Président de la Société d'horticulture.
Marès (Henri), Correspondant de l'Institut, Secrétaire perpétuel de la Société d'agriculture.
Maistre (de Villeneuvette), Manufacturier.
Michel, Directeur du Musée.
Moitessier, Professeur à la Faculté de médecine.
Pappas, Adjoint au Maire.
Pagezy (Henri), Président de la Chambre de commerce.
Pijardière (de la), Archiviste du département.
Revillout, Professeur à la Faculté des lettres.
Simon, Directeur de la Compagnie des Mines de Graissessac.
Sous-Intendant militaire (le).
Tempié fils, Propriétaire.
Tourtoulon (de), Membre de l'Académie de Montpellier.
Vialla (Louis), Président de la Société d'agriculture.
Westphal-Castelnau, Propriétaire.

SÉANCES GÉNÉRALES

SÉANCE D'OUVERTURE

28 août 1879.

PRÉSIDENCE DE M. BARDOUX

M. BARDOUX

Député du Puy-de-Dôme, Ancien ministre de l'Instruction publique.

RÉFORME DES MÉTHODES D'ENSEIGNEMENT EN FRANCE

MESSIEURS,

C'est un éclatant honneur de succéder à des hommes éminents dont l'Europe connaît le nom ; c'est aussi un grand péril. Pour justifier votre choix à la présidence, il ne suffirait pas d'être sincère dans sa modestie et dans son dévouement à votre œuvre. Mais notre association, courageuse et indépendante, recherche avant tout des faits et des idées, elle accueille avec bienveillance les intelligences de bonne foi, et ne demande à chacun de ses membres que de s'intéresser à l'une des parties du vaste domaine qu'elle exploite.

Les méthodes de pédagogie et d'éducation sont assurément l'un des plus graves problèmes qui puissent s'imposer à nos méditations. S'il est vrai que les progrès ne sont possibles dans une nation que si tout le monde y collabore, on peut assurer que jamais l'attention publique n'a été plus éveillée et plus désireuse de voir améliorer notre organisation scolaire à tous les degrés. Que dans leur ardeur patriotique, les esprits les plus résolus ne s'y méprennent point ! La tâche est ardue et compliquée ; elle demande plus que des mois pour être menée à bonne fin. On ne s'attaque pas impunément à des habitudes d'enseignement ; et quels que soient l'activité et le dévouement des membres du corps enseignant, on ne transforme pas du jour au lendemain,

dans un pays comme le nôtre, des convictions et des méfiances respectables. On ne fait sur ce terrain que de lentes conquêtes ; elles sont si décisives et elles peuvent modifier si complètement l'âme même de la nation, que l'on comprend dans le passé toutes les hésitations et les scrupules de la responsabilité. L'heure est venue de prendre un parti ! Grâce aux missions confiées à des maîtres distingués, les comparaisons sont faciles avec les méthodes employées chez les peuples les plus compétents en science pédagogique. Une précaution est pourtant nécessaire, c'est d'approprier les réformes accomplies ailleurs au génie de notre nation, au caractère de notre démocratie, caractère qui nous sépare si distinctement de la démocratie américaine.

C'est un axiome que la première loi de l'éducation est d'élever les jeunes générations pour le milieu social où elles doivent vivre. Les méthodes d'éducation doivent donc se modifier avec la société même. Aussi tous les publicistes, tous les professeurs, qui ont apporté leur expérience à la solution du problème que nous étudions, M. Michel Bréal et M. Jules Simon, ont-ils opposé la société d'avant la Révolution à la société contemporaine. On l'a justement constaté ; ce ne sont pas nos facultés qui continuent l'antique Université de Paris, c'est notre instruction secondaire qui se rattache à l'ancien collège de Sorbonne, et même à la vieille école du cloître Notre-Dame. Nous ne le nierons pas, l'idéal que les professeurs des lycées ont eu longtemps en vue, et qu'on a eu le tort de leur reprocher, était l'honnête homme, tel que l'entendait le XVIIe siècle, un esprit sensé et droit, ayant au service de ses idées une expression toujours naturelle et juste. Ce n'était pas un idéal à dédaigner, c'est avec lui qu'on a élevé les générations de la Restauration, de la monarchie de juillet, et cette école admirable d'hommes d'affaires qui avaient su mettre en équilibre l'imagination, la fécondité des ressources et le jugement. Mais, des changements économiques d'une portée incalculable ont modifié le monde, le suffrage universel a anéanti l'ancienne société politique, et les progrès de la science descendant des théories dans des applications multiples ont changé toutes les conditions de l'industrie. La vie est plus qu'autrefois une bataille où il faut être armé jusqu'aux dents. Nous n'avons plus derrière nous pour nous soutenir dans la lutte, les traditions, les souvenirs et ce fonds permanent d'attaches provinciales, si puissantes quand la vie était circonscrite. On est plus souvent seul ; il est nécessaire d'être plus fort. Il faut donc de bonne heure accoutumer les enfants à vouloir. C'était l'observation générale qu'avaient présentée dès 1868, dans leur intéressant rapport sur l'enseignement en Angleterre, MM. Demogeot et Montucci.

Il faut désormais ne plus faire de la mémoire la base même des méthodes de l'enseignement.

Dès le premier âge, il faut intéresser l'enfant en l'amusant, exciter et diriger son attention, l'accoutumer à représenter ou à réaliser les objets de ces conceptions. L'enfant connaît beaucoup plus de choses qu'il n'en peut exprimer. Parce que nous lui apprenons de nouveaux mots, nous ne lui communiquons pas en même temps des idées nouvelles.

Les États-Unis, affamés d'instruction primaire, ont réalisé, à ces points de vue, de véritables progrès où se révèle leur esprit pratique.

Nous avons beaucoup à prendre dans les méthodes en usage dans les écoles primaires de cette race où la femme de l'ouvrier est la première institutrice de ses enfants, où elle leur apprend à lire avant de les confier à une autre.

L'ancienne méthode de lecture, la méthode alphabétique, la plus longue, celle que nous avons tous connue, n'est guère plus employée pour l'enseignement de la langue maternelle. Les idées si souvent justes de Froebel, dictées par des observations pleines à la fois de finesse et de tendresse, ont beaucoup aidé à ces modifications ingénieuses.

Il ne faudrait pas toutefois croire que nos écoles primaires fussent fermées au progrès pédagogique. Lors de la dernière Exposition universelle, un congrès d'instituteurs, choisis dans chaque département a été organisé à Paris. Les maîtres les plus éminents et les plus compétents ont tenu à honneur d'enseigner les nouvelles méthodes dans des conférences dont l'influence n'est pas effacée.

Apprendre à lire, n'est rien, si en même temps on n'apprend pas à aimer le livre. Avec quelle douleur ne devons-nous pas constater l'infériorité de la France dans la production de cette littérature familière sans bassesse, gaie sans scepticisme, instructive sans lourdeur, qui fait l'éducation et la récréation des enfants et surtout des jeunes filles, en Allemagne, en Angleterre, aux États-Unis! Comment se fait-il que dans notre pays, dont le passé est si riche en légendes poétiques, en œuvres d'imagination, il ne se soit pas rencontré un véritable écrivain populaire réunissant les précieuses qualités françaises avec le don du merveilleux, la raison sans le pédantisme? On n'écrit point chez nous pour les masses, a dit M. Bréal, et il ajoute: « Au lieu qu'en » d'autres pays, il y a des écrivains connus et aimés de la nation entière, » rien de pareil ne se voit en France: nous avons deux nations, l'une pense, » lit, écrit, discute et contribue au mouvement de la culture européenne; » l'autre ignore cet échange qui se fait à côté d'elle. »

Comment combler cette lacune? ce ne seront pas les petits journaux avec leurs romans qui pourront remplacer ces livres de lecture courante que l'élève prend plaisir à feuilleter, quand il sort de classe, ces contes, ces poésies naïves, qu'il relit dans ces heures de repos et qui bercent sa jeune imagination avant que les réalités de la vie ne l'aient flétrie. Des œuvres estimables, remplies de bonnes intentions ne tiendront jamais lieu du vrai talent et ne traceront pas ce sillon lumineux derrière lequel courent en jouant les jeunes générations.

Que de femmes distinguées en Angleterre, en Amérique, ont usé dans l'ombre un talent de premier ordre à cette éducation morale de la jeunesse! c'est l'une d'elles qui donnait pour devise à ces petits livres un mot profond : « Il y a plus de progrès fait dans un seul acte spontané de cons- » cience que dans l'accomplissement à demi routinier d'une douzaine de » devoirs écrits. »

Ce sont ces femmes-là qui élèvent et font des hommes. Elles remplacent bien des méthodes.

Nous aurions encore beaucoup d'exemples à suivre dans la manière de dou-

ner les leçons à l'enfant : savoir éclairer le patriotisme naissant, fortifier le respect, appeler les premières admirations sur les vérités solides et vraies, sans s'écarter du sujet de la classe, autant de qualités pédagogiques à avoir!

Nous les acquerrons. La nécessité nous aidera dans toutes ces améliorations. Voyez ce qui s'est accompli, depuis quelques années, pour l'enseignement de la géographie! notre ignorance était célèbre en Europe.

L'ancienne méthode, toute hérissée de rebutantes nomenclatures, est abandonnée. La géographie devient une science descriptive. On reconnaît que le début des études géographiques doit être la connaissance du voisinage immédiat, l'orientation non sur la carte, mais sur le terrain. Le matériel était grossier et ne s'adressait qu'à la mémoire. Il est remplacé chaque jour par des instruments nouveaux. Les appareils, les tableaux, les collections sont faits pour donner aux enfants des habitudes d'attention et de curiosité.

« Il n'y a tel que d'allécher l'esprit, a écrit le meilleur des pédagogues, Michel Montaigne, autrement on ne fait que des ânes chargés des livres. »

C'est la mémoire, une trop grande importance attachée aux mots, qui est un des vices des méthodes de l'enseignement secondaire. Rollin déjà lui adressait ce reproche. Le mal n'a fait que s'accroître, depuis que le but poursuivi est le baccalauréat. Se préparer aux examens est la préoccupation; aussi plus de curiosité d'esprit, plus de goût pour les belles choses, et après sept années consacrées à l'étude de l'antiquité, une aversion pour les grandes œuvres; c'est à notre organisation sociale qu'en partie ces reproches doivent être adressés; avant la Révolution, on élevait tous les jeunes gens comme s'ils se destinaient à être prêtres; de nos jours la multiplication des écoles spéciales, la nécessité d'une limite d'âge souvent fort étroite, le désir de devenir le plus vite possible un fonctionnaire, l'ascension toujours croissante de la démocratie, ont imposé des systèmes qu'on ne peut qu'améliorer, mais qu'on s'efforcerait vainement de détruire. Le moule dans lequel se meut et se développe la société française est d'une telle forme et d'une telle résistance qu'il serait puéril d'espérer le briser. Des réformes radicales dans notre enseignement secondaire sont chimériques.

Qui ne sait, par exemple, les périls et les défauts de l'internat, dont le mécanisme, comme on l'a dit, a pour pièce principale le maître d'études? Qui ne connaît les dangers pour l'éducation de cette petite société artificielle?

Sans doute, au point de vue hygiénique, nous aurons des établissements plus vastes, plus aérés; sans doute nous construirons, en plus grand nombre, des petits lycées pour les plus jeunes écoliers. Mais quelles que soient les améliorations, croit-on que l'habitation dans les lycées de tous les enfants des classes moyennes pendant les années décisives de la vie ne leur laisse pas une empreinte ineffaçable? Croyez-vous que sept ou huit ans d'internat soient sans indifférence pour l'initiative du caractère, pour l'originalité de l'esprit et pour l'amour de la famille?

Il ne faut pas croire qu'on pourra transformer nos maîtres d'études en tuteurs à la façon anglaise, ou qu'à leur défaut on pourrait charger les meilleurs élèves de contribuer au maintien de la discipline.

On ne trouvera pas davantage, comme en Allemagne, ces familles honora-

bles qui, depuis plus d'un siècle, consentent à donner aux élèves des gymnases le vivre et le couvert à bon compte, et les traitent comme les camarades des enfants de la maison.

L'internat subsistera; il faut alors s'efforcer de substituer de plus en plus l'éducation à la discipline. Dans un temps où les questions relatives à l'éducation excitent un si vif intérêt, nous croyons fermement à la valeur des proviseurs dévoués à cette rude mission, à leur utile influence personnelle ; mais l'étude des règlements intérieurs se lie si entièrement au programme des examens et aux méthodes pédagogiques, qu'on ne peut réformer les uns sans toucher aux autres.

Lorsque parut, le 27 septembre 1872, la remarquable et vaillante circulaire qui produisit une si vive émotion dans l'Université, on s'aperçut que ce qui manquait le plus aux écoliers, c'était le temps. La journée était si bien remplie, les devoirs à écrire si multipliés, les leçons à apprendre si nombreuses, qu'il parut matériellement impossible d'ajouter encore un surcroît de besogne. Le fardeau eût été trop lourd, et cependant, il fallait faire une plus grande place aux langues vivantes. La langue française elle-même, particulièrement dans ses origines, n'était pas assez étudiée ; la connaissance des dates et des menus détails l'emportait dans l'enseignement de l'histoire sur la lecture des historiens. Enfin les sciences, avec l'importance qu'elles ont prise, attendaient un plus complet appui. C'est alors que furent proposées la suppression des vers latins et la diminution du nombre des thèmes.

Je n'exagère pas en affirmant que ce fut presque une révolution dans le Corps enseignant. Il n'y était pas préparé. La première chose à tenter, pour qu'une réforme même partielle du programme des études et des méthodes ait chance de succès, c'est de convaincre l'Université de cette nécessité. Une réforme faite contre elle et malgré elle ne durera pas ; acceptée par elle, elle produira tous ses fruits.

Pour qui connaît l'excellent esprit qui anime nos professeurs, pour qui sait à quelle source de grandeur morale ils ont puisé pendant leurs années d'École normale, pour qui a pu juger la direction que donne à nos futurs maîtres un homme comme M. Bersot, il n'y a pas de doute. La majeure partie de l'Université sera amenée à désirer des méthodes nouvelles.

Il ne peut être question un seul instant de supprimer l'étude du grec et du latin, d'enlever à l'esprit de l'enfant la connaissance de ces chefs-d'œuvre de poésie et d'éloquence, de sagesse et de bon sens, de ces beautés morales où l'humanité s'est tant de fois désaltérée, où elle a repris confiance en elle-même, aux heures les plus sombres de ses destinées.

Mille fois, non ! ne plus connaître Homère et Platon, Eschyle et Sophocle, Virgile et Horace, Cicéron et Sénèque ! qui peut y songer ! ce serait faire la nuit dans l'intelligence ! Il s'agit de supprimer la méthode inventée dans une époque où non seulement les sciences n'avaient pas acquis toute leur importance, mais où les conditions sociales étaient différentes.

Il ne peut être question d'altérer le caractère de notre esprit national, ni même de diminuer l'importance de la culture du goût. Doit-on seulement employer encore huit ans à ne pas apprendre le latin?

Ce qui doit dominer dans la classe, c'est l'explication.

Les extraits, les abrégés ne donnent aucune idée juste d'une littérature. C'est ce que Bossuet écrivait dans ses lettres souvent citées sur l'éducation du Dauphin : « Nous lui avons fait lire, chaque ouvrage entier, de suite et comme » tout une haleine, afin qu'il s'accoutumât à découvrir tout d'une vue, le but » principal d'un ouvrage et l'enchaînement de toutes ses parties. »

Nous renvoyons à la lecture des beaux livres de M. Michel Bréal et de M. Jules Simon et des rapports de MM. Hippeau et Buisson.

Ce que nous voulons ardemment, c'est qu'il n'y ait plus de défiance pour la science; ce que nous voulons c'est une instruction qui développe le jugement, qui mette en garde par la réflexion contre les chimères, sans éteindre dans l'âme le culte désintéressé du beau. Ce que nous voulons, c'est exciter dans les jeunes gens la soif du savoir, remplir plus leur cœur que leur mémoire et donner de l'attrait à cette étude des lettres latines et grecques, jouissance de toutes les intelligences élevées et qui ne rappellent à la plupart des écoliers devenus hommes que de la fatigue et de l'ennui.

Cette réforme est urgente et en l'exécutant avec prudence, elle est possible. Notre enseignement secondaire l'attend.

Nous aurions beaucoup à dire si nous parlions des Facultés des lettres et des sciences et de l'ensemble de l'enseignement supérieur; ce dont il avait le plus besoin, c'était d'un outillage et d'un matériel à la hauteur des immenses services que rend la science. Grâce à la libéralité des deux Chambres et du gouvernement de la République, des laboratoires sont créés et dotés, les cabinets de physique et de chimie sont pourvus des appareils, des ustensiles, des collections nécessaires, les bibliothèques spéciales peuvent acquérir les livres que l'érudition étrangère réservait jusqu'à ce jour à quelques élus.

On travaille enfin, et sur tous les points de la France on sent comme le frémissement de l'œuvre qui s'élabore.

S'il fallait un exemple, nous le trouverions, Messieurs, dans cette ville, pleine de souvenirs et d'un caractère si particulier, à la fois artiste et savante, réunissant les dons si variés de notre race et qui donne à notre Association une hospitalité libérale dont nous sommes fiers. Montpellier, par sa vieille École de médecine si justement célèbre, par les maîtres illustres qui l'ont honorée, par les sacrifices que ses Conseils élus ont su toujours consentir pour la noble cause de l'instruction publique, méritait, à tous les titres, d'être choisi par le Congrès pour le siège de ses délibérations. Nous remercions du fond du cœur la municipalité et le Comité local de leur dévouement à notre œuvre.

M. LAISSAC

Maire de Montpellier.

DISCOURS.

Messieurs les Membres du Congrès,

La ville de Montpellier est heureuse et fière de vous recevoir dans son sein.

La présence dans nos murs des plus illustres représentants de la science ne peut que jeter un nouveau lustre sur notre cité.

Les professeurs de nos Facultés, mettant à profit les résultats de vos consciencieuses et intelligentes méditations, seront plus à même de justifier dans leur enseignement plus élevé et agrandi, la légitime réputation de nos écoles.

Cédant à une pensée féconde de décentralisation scientifique, vous venez apporter à l'extrémité de la France cette incitation au travail collectif, à l'échange d'idées entre savants, à cette vie en commun qui fait de Paris la capitale du monde intellectuel.

La municipalité de Montpellier, heureuse de remplir les obligations que les circonstances lui imposent, met à votre disposition toutes les ressources qu'elle peut vous offrir. Son vif désir et son devoir sont de vous rendre votre tâche plus facile dans l'accomplissement de votre mission au milieu de nous.

En parcourant nos riches collections et nos bibliothèques, vous vous associerez, j'ose l'espérer, à la haute opinion qu'ont déjà conçue, de la valeur scientifique de Montpellier, tous les hommes compétents qui les ont visitées.

Si, parmi tant de villes importantes qui réclamaient le même honneur, vous avez fait choix de Montpellier pour le lieu de votre réunion c'est, qu'il me soit permis de le dire, à raison de l'éclat qui a honoré nos Facultés dans le passé et dont elles n'ont pas cessé de se montrer dignes.

La situation particulière où nous nous trouvons en ce qui touche l'enseignement supérieur, rend plus précieuse encore votre présence dans nos murs. Elle est un témoignage de haute estime et un nouveau titre à la création d'un centre universitaire à Montpellier.

Messieurs, en terminant ces quelques paroles, je vous dirai comme on vous l'a dit ailleurs : « Vous êtes les bienvenus parmi nous. »

Mais je désire que vous voyiez dans ces mots, non pas seulement l'expression consacrée d'un sentiment de cordiale courtoisie, mais surtout l'expression toute particulière de notre reconnaissance et de nos plus vives sympathies.

M. CAZELLES

Préfet du département de l'Hérault.

DE L'INFLUENCE SOCIALE DE L'ESPRIT SCIENTIFIQUE.

MESSIEURS,

Mon ami le maire de Montpellier vient de vous souhaiter la bienvenue, en vous remerciant d'avoir choisi, pour lieu de votre réunion de cette année, une ville que la science a rendue fameuse. Il a parlé au nom de ses concitoyens qui s'honorent tous de votre visite, et dont un grand nombre comptent bien en retirer un avantage pour le perfectionnement de leur esprit. A ce titre, il a parlé pour moi, et je n'aurai qu'à me taire et à écouter vos doctes discussions, si, par une dérogation à vos usages, trop flatteuse pour celui qu'elle honore, je n'avais été invité à saluer à mon tour une assemblée de savants parmi lesquels je reconnais des maîtres et des amis. Je me rends à cette invitation avec plaisir parce que je me sens à l'aise avec vous. Je suis certain qu'en exprimant ma sympathie personnelle pour votre association, je ne fais que rendre les pensées que les efforts tentés pour l'avancement des sciences, en France, doivent suggérer à l'esprit d'un préfet de la République.

Naguère encore vous pouviez, soucieux de votre indépendance, chercher à l'assurer en vous isolant des représentants de l'administration supérieure. Vous pouviez craindre pour vos discussions une gêne morale. Aujourd'hui vous n'avez rien de tel à redouter : le Gouvernement a confiance en vous parce que vous êtes, et que vous ne pouvez pas ne pas être dévoués à la liberté.

Les hommes que la volonté du peuple a portés au pouvoir sont les amis du progrès : ils savent que vous en êtes les artisans et que vous y travaillez avec un parfait désintéressement. Ils voient en vous de bons serviteurs de leur cause, des auxiliaires de leur politique, même dans ceux d'entre vous que d'anciennes habitudes émotionnelles attachent à un autre idéal. Pour la première fois la France possède un gouvernement régulier dont les aspirations sont franchement en harmonie avec vos véritables tendances. Les principes qui le légitiment et qui le soutiennent sont ceux-là mêmes dont la pratique est essentielle à l'œuvre que vous accomplissez. Non seulement vos travaux l'illustrent, mais l'influence que, grâce à vous, l'esprit scientifique sait prendre sur l'opinion le consolide.

Rien n'est plus désirable dans le monde moderne que l'extension de cette influence : le progrès n'a pas d'agent plus puissant depuis deux siècles. Notre gouvernement est donc porté par une inclination naturelle à montrer sa sym-

pathie pour les savants à encourager l'exercice d'une fonction sociale qui leur appartient, parce qu'il en comprend tout à la fois la portée actuelle et le effets à venir.

Cette fonction consiste à faire l'éducation de l'opinion. Rien de moins, Messieurs.

Je ne veux pas dire qu'il vous appartienne, ni qu'il doive entrer dans vos vues, de promulguer des formules de croyance et de les notifier, au nom de votre science, au peuple qui serait tenu de les adopter et d'en faire les mobiles de sa conduite. Non, je ne prétends pas que le rôle social des savants soit tel que le concevait un des plus illustres penseurs de ce siècle, un enfant de cette ville, Auguste Comte. Je n'attends pas que la discipline mentale de la société moderne s'établisse d'après le mode qu'il a décrit. Je ne crois pas que votre influence doive s'exercer par voie d'autorité, ni que vous en soyez réduits pour la faire prévaloir, à vous grouper sous la forme d'une corporation scientifique investie d'un pouvoir spirituel sans limite exercé par l'autorité d'un pontife.

Vous seriez les premiers à repousser une organisation qui soumettrait l'allure libre de vos études à la direction autocratique d'un chef auquel, seul, demeurerait dévolu le droit de dire quelles recherches sont utiles, et d'interdire celles qu'il jugerait ne pouvoir servir au perfectionnement matériel ou spéculatif de l'humanité.

Si regrettable que paraisse, aussi bien au point de vue des recherches spéculatives qu'à celui des applications pratiques, la dispersion de nos forces sous le régime scientifique actuel, ce n'est pas dans une organisation dans le plan de laquelle l'*à priori* occupe une trop grande place, que l'on peut chercher un remède susceptible d'effacer la disproportion qui s'accuse entre les efforts tentés et les résultats obtenus. On peut signaler dans le travail intellectuel une anarchie aussi réelle et aussi regrettable que celle que l'on a si souvent reprochée à l'organisation actuelle du travail industriel. Mais, pas plus dans un cas que dans l'autre, nous n'admettons que le régime protecteur ait la rare vertu de supprimer tout le bien promis, par le seul moyen qui consiste à faire cesser la liberté. Si l'on aperçoit, même avant de les avoir subis, les maux que peut engendrer le règlement par voie d'autorité des rapports d'affaires, on voit aussi ceux que ferait naître inévitablement le règlement autocratique des relations intellectuelles.

On a vu des hommes d'Etat créer des industries sur des points où elles n'auraient pas pris naissance spontanément, et, grâce à des mesures protectrices, les conduire à une grande prospérité. Mais aucune expérience ne nous montre l'éclosion et le développement artificiels d'une science de par le *motu proprio* d'une autorité supérieure. L'histoire nous fait voir des hommes dont la puissante intelligence a jeté les bases d'une science et en a ébauché la structure. Il leur a fallu pour cela en concevoir les premiers principes, les axiomes moyens et les grandes lignes sur lesquelles il convenait d'instituer des expérimentations. Mais ces faits nous autorisent-ils à admettre la possibilité d'une intelligence, et d'une succession d'intelligences assez puissantes pour exercer la même activité dans tous les départements de la science, pour

régler avec une logique infaillible tous les rapports des fonctions de l'intellect ?

D'ailleurs, pour satisfaire le besoin de perfectionnement matériel et spéculatif de l'humanité, il n'est pas besoin d'attendre la constitution d'une autocratie spirituelle scientifique. Le perfectionnement matériel et spéculatif s'opère, et personne ne peut méconnaître les grands progrès accomplis depuis la fin du siècle dernier. Les maux trop réels qu'on peut reprocher aux habitudes dispersives qui règnent aujourd'hui dans le monde des savants s'effacent à mesure que l'évolution des sciences s'accomplit. Produits d'un régime mental imparfaitement adapté aux conditions logiques du progrès des sciences, ils doivent s'amoindrir à mesure que les savants qui s'attachent à l'étude de la nature ou des procédés de l'entendement deviennent, permettez-moi l'expression, plus *scientifiques*. L'accumulation toujours croissante des connaissances oblige les savants à limiter leurs travaux au domaine d'une spécialité, mais il est nécessaire qu'ils maintiennent leur esprit orienté dans le sens de la tendance qui se dégage de l'ensemble même des généralisations les plus hautes des autres parties de la science. Il ne faut pas qu'un savant puisse être accusé de posséder tous les faits et toutes les généralisations du département où il pratique ses recherches, et de demeurer en même temps mal informé des vérités qui résument les conquêtes accomplies sur d'autres domaines.

L'harmonie et la solidarité que ce régime mental perfectionné ferait régner dans le monde des savants réaliseraient, autant que les conditions du temps le permettent, l'unité de l'esprit scientifique qu'Auguste Comte entendait constituer en copiant la structure d'une institution du passé, et assureraient aux savants le rôle éminent qui doit leur appartenir dans la société. Leur savoir que n'infirmeraient plus aux yeux du public des désaccords notoires sur les théories, et d'autres désaccords, plus regrettables encore, sur les faits, leur savoir ne serait plus contesté. On ne leur reprocherait pas l'instabilité de leurs constructions, ni l'insécurité de leurs prévisions. L'influence des savants s'imposerait, non parce qu'on prendrait soin d'inculquer de bonne heure dans l'esprit des enfants l'idée de leur infaillibilité, mais parce que l'expérience attesterait à tous, par mille exemples quotidiens, que les prévisions de l'homme qui connaît la nature ne sont point démentis par la nature.

L'un des effets de cette confiance serait d'inspirer le respect de l'esprit scientifique et l'éloignement pour tout ce qui répugne à cet esprit : premier progrès dans l'éducation de l'opinion ; progrès dont les effets bienfaisants ne tarderaient pas à se faire sentir dans le domaine politique. L'esprit public s'attacherait peu à peu aux hommes dont les vues et les actes porteraient le caractère scientifique ; il se détacherait de ceux qui ont trop souvent exercé sur lui une fascination funeste : les charlatans de tout genre, les prôneurs de panacée, les utopistes, les exploiteurs de sentiments ; jugeant mieux des intérêts généraux du pays, il ne laisserait le maniement des affaires qu'à des hommes dont les actes prouveraient qu'ils sont informés exactement des relations internes et externes de l'organisme national, et capables d'en régler le progrès d'après l'état actuel de ces relations, en sorte que, ne livrant rien au

hasard de ce que peuvent lui ravir le calcul et les prévisions d'esprit habitués à apprécier la valeur des conditions parmi lesquelles une expérience doit s'accomplir, ils sachent préparer et faire réussir les réformes réclamées par le courant de l'opinion publique.

Dans ce progrès, le plus désirable de tous, il n'est pas un élément qui ne puisse s'obtenir par le jeu de nos facultés intellectuelles, assujetties à nulle autre autorité qu'à celle de l'esprit scientifique, c'est-à-dire à l'esprit de vérité; et rien dans cet assujettissement nécessaire ne peut répugner à nos idées de liberté. La loi, au sens scientifique du mot, abstraction faite des images associées aux termes imposés par le langage usuel, la loi n'exprime aucune idée de contrainte; la loi est l'expression d'un état d'équilibre et non d'un état de lutte. L'homme le plus libre à l'égard des fatalités de la nature est celui qui connaît le mieux les lois de la nature, et qui y conforme sa conduite. En même temps que vous vous rendez plus libres, vos concitoyens se rendent aussi plus libres dans la mesure où ils savent accepter votre influence. Parmi les hommes qui travaillent à l'amélioration des conditions de la vie sociale, une place éminente appartient à ceux qui donnent, comme vous, l'exemple de la recherche du vrai, et vulgarisent l'emploi des méthodes qui en procurent la conquête.

Les hommes d'État qui dirigent aujourd'hui la République, et ceux qui la servent, se trouvent donc unis avec vous par une communauté de tendance. A défaut d'autre sentiment, votre solidarité m'inspirerait la vive sympathie avec laquelle j'ai l'honneur de vous souhaiter la bienvenue. Quand je vois à votre tête l'un des hommes politiques dont la résistance sage, persévérante, énergique, a sauvé notre patrie d'un retour à la servitude morale que lui préparait la victoire de l'esprit du passé, je m'assure que si je salue en vous des savants, je salue aussi des alliés.

M. le marquis G. de SAPORTA

Correspondant de l'Institut, Secrétaire général.

L'ASSOCIATION FRANÇAISE A L'EXPOSITION DE 1878.

MESDAMES, MESSIEURS,

Sortie d'un élan patriotique et destinée à relever le pays par la réunion en un seul faisceau de toutes les forces vives dont il dispose, l'Association française pour l'avancement des sciences a eu Paris pour berceau. Les hommes de cœur, d'énergie et d'intelligence qui prirent l'initiative de cette institution vraiment nationale obéirent à une pensée fort juste. Dans le mouvement général qui entraîne partout les esprits vers les sciences d'observation, ils crurent que la France, sous peine de déchéance, ne pouvait rester en arrière ni de son temps

ni des nations limitrophes. Ces mêmes hommes avaient constaté, non sans une impression de tristesse, que, longtemps placée au premier rang par les génies et les découvertes qui l'avaient illustrée, la France semblait céder à une sorte de torpeur maladive, qu'elle tendait à s'abandonner elle-même, en se désintéressant de plus en plus de ce qui fait pourtant de nos jours la force incontestable, sinon la puissance exclusive, des peuples parvenus à leur maturité.

La flamme scientifique, toujours brillante, mais graduellement concentrée dans un foyer unique, perdait par cela même de son éclat et de son activité; faute d'aliments suffisants, elle était menacée de s'affaiblir, peut-être même de s'éteindre.

En effet, Messieurs, dans un pays comme le nôtre, auquel les chocs subits, les mouvements passionnés sont, pour ainsi dire, nécessaires à l'entretien de la vie et qui trop souvent s'affaisse sous le poids des événements, pour se relever ensuite brusquement en passant d'un extrême à l'autre, à un tel pays il faut un recrutement incessant qui suffise à maintenir au complet cette armée de l'intelligence, notre sauvegarde et notre honneur, toujours debout pour couvrir notre nation et lui conserver un prestige qui entraînerait rapidement sa perte, s'il venait jamais à disparaître totalement.

En nommant « armée de l'intelligence » la réunion des hommes de science, c'est moins une comparaison que j'établis, qu'une définition que je propose et dont j'affirme l'exactitude. Que seraient des généraux sans soldats? — Moins que rien assurément. — Que seraient à leur tour des soldats sans chefs, au moins improvisés? — Une troupe confuse et incohérente. Il en est de même en science : les hommes éminents placés à notre tête sont nos guides, nos initiateurs; nous ne ferions rien sans eux et pourtant ces hommes si élevés qu'on les suppose ont besoin pour réussir d'utiliser nos recherches, de recourir à cette activité que chacun déploie dans le cercle légitime de ses explorations, si restreint qu'il puisse être.

Sachons-le, Messieurs, pour que le lien de notre solidarité nous soutienne et nous rapproche, le savant le plus humble et le plus obscur peut frayer la voie aux esprits supérieurs, par son initiative. Perdu dans l'ombre, mais entouré de calme, libre d'interroger à toute heure la nature vivante qui le sollicite de toutes parts, il peut marcher dans son entière indépendance et vers toutes les directions. Le savant déjà illustre, porté au premier rang par son mérite, mais enchaîné presque toujours par les fonctions, regrette souvent en secret ces allures sans entraves du disciple qui vient le consulter, et celui-ci peut à raison même de sa situation, aider son maître dans une foule de circonstances qui se présentent facilement à l'esprit de quiconque sait réfléchir.

Eh bien, Messieurs, cet échange fécond et indispensable d'idées et d'observadions, cette circulation de la sève généreuse de l'intelligence, allant du centre aux extrémités pour retourner par mille canaux vers le centre, l'Association française a voulu en assurer le maintien et en opérer l'extension sur tous les points du territoire. L'Association française a constitué, à proprement parler, es assises renouvelées périodiquement de la science, tenues par ses représentants les plus autorisés; elle va, loin de Paris, chaque année à la recherche ltes hommes de bonne volonté, qu'elle convie aux luttes pacifiques du savoir.

C'est pour cela, Messieurs, que nos réunions se sont transportées successivement d'un bout à l'autre du territoire de la France, de Bordeaux à Lyon, de Nantes à Lille, de Clermont au Havre, toujours en dehors de Paris, et cependant chaque fois l'âme de Paris se déplaçait pour devenir celle de ces assemblées, dirigées avec tant d'éclat par l'élite de nos illustrations nationales. — Vous saisissez maintenant avec une pleine clarté pourquoi les hommes de Paris viennent vers vous et vous comprendrez également pourquoi, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878, c'est à Paris que nous avons voulu aller à eux, afin de consacrer une fois de plus et dans une occasion solennelle, la pensée qui nous pousse à nous rapprocher et à nous entendre pour multiplier nos efforts.

La session de 1878 a donc été une réunion exceptionnelle; elle a emprunté son caractère aux circonstances qui l'ont accompagnée et tout a contribué à lui communiquer, avec ce caractère, un éclat particulier.

L'Exposition était là avec ses attractions, la vie puissante, sa foule sans cesse renouvelée. Personne de vous n'a oublié ce coup d'œil immense qui des hautes galeries du Trocadéro allait atteindre, à travers des perspectives semées de merveilles, les parois étincelantes du palais de cristal. Que d'impressions de mille sortes, à mesure que l'on pénétrait au fond des péristyles, sous les voussures qui s'ouvraient de toutes parts pour recevoir le visiteur. L'œil et l'attention s'égaraient à la fois; on avait besoin d'un guide sûr au sein de ce labyrinthe étonnant, peuplé de toutes les œuvres que l'esprit conçoit et que la main gouvernée par l'esprit exécute en gravitant incessamment vers un idéal de beauté et de perfection, poursuivi sans trève et qui semble pourtant échapper alors même qu'on croit le tenir !

Au milieu de tant d'éblouissements, les membres de notre Association ont bien des fois donné leur préférence au bâtiment écarté dans lequel tous les éléments dont dispose l'anthropologie avaient été classés avec un art infini. Les noms de Broca, de Quatrefages, de Mortillet et des autres promoteurs de cette exposition appartiennent tous à notre Association qui doit se faire honneur de leur succès, de même qu'elle a applaudi à la décoration décernée à M. de Mortillet et à la promotion plus récente de M. le docteur Broca, notre président à la session du Havre.

Qui de nous ne se souvient de l'intérêt que présentait la partie de l'Exposition consacrée à l'instruction publique, soit celle du pavillon de la ville de Paris, soit celle du ministère dont M. le baron de Watteville faisait les honneurs avec autant d'aménité qu'il avait apporté de soin à l'organiser.

Pour notre part, nous devons être également fier des récompenses qui sont venues directement couronner notre œuvre, comme de celles qu'un grand nombre d'entre nous, à des titres très divers, ont méritées à la suite de l'Exposition. Que ces distinctions soient dues à des efforts collectifs ou individuels, qu'elles s'adressent à la fécondité de l'invention, au perfectionnement des procédés industriels ou à la persévérance des recherches scientifiques, elles offrent ce caractère commun d'honorer le travail sous toutes ses formes et elles constituent pour nous un titre de noblesse dont nous pouvons sans crainte nous glorifier.

L'Association française, fondée en 1872, reconnue d'utilité publique en 1876, a obtenu une médaille d'or à l'Exposition de 1878; c'est là pour elle la sanction suprême de son existence et de sa vitalité. M. le professeur Fremy, membre de l'Institut, qui nous présidait avec tant d'éclat à Paris, a reçu à la même occasion le ruban de commandeur de la Légion d'honneur. — Un peu plus tard, M. Mercadier, notre vice-secrétaire général, a été nommé chevalier.

Je renonce à énumérer ici la très longue liste des récompenses obtenues à l'Exposition par un grand nombre de nos membres; l'espace me manquerait; je crois cependant devoir faire une exception en faveur de M. Mouchot à qui sa « chaudière solaire » a valu la croix et une médaille d'or. L'Association française a eu sa part dans ce glorieux succès, puisqu'elle avait affecté à M. Mouchot une de ses plus fortes subventions pour aider à la construction de la grande chaudière qui figurait au Trocadéro.

Puisque nous en sommes au chapitre des distinctions flatteuses dont les membres de notre Association ont été l'objet, ne le laissons pas; il est trop fourni de documents pour être facilement épuisé.

M. Cornu, ancien secrétaire général de l'Association, s'est vu décerner la grande médaille d'or, délivrée annuellement par la Société royale de Londres; il a été nommé membre de l'Institut de France, dans la section de physique de l'Académie des sciences.

L'Académie des sciences a inscrit sur la liste des lauréats pour les prix décernés par elle en mars 1879 six noms que nous devons réclamer: ce sont ceux de Tanret, Fr. Franck, docteur Favre, docteur Reliquet, Paquelin et Marcel Deprez.

L'Académie de médecine a décerné le prix Orfila, de 6,000 francs, « sur les effets de l'aconit », à MM. Laborde et Duquesnel, le premier, membre de notre Association.

MM. Filhol et Lartet ont été promus récemment professeurs à la faculté des sciences de Toulouse.

Enfin, tout dernièrement un de nos membres zélés, M. G. Pouchet, a été nommé professeur d'anatomie comparée au Muséum.

En revanche, nous regrettons la perte du docteur Gubler, un de nos membres fondateurs, président désigné de la section de médecine.

La session de Paris que je voudrais maintenant apprécier devant vous se présentait dès l'abord sous les plus heureux auspices; tout concourait pour assurer sa réussite.

Plusieurs ministères avaient envoyé des délégués spéciaux : j'ai déjà mentionné M. le baron de Watteville, chef de la division des sciences et des lettres au ministère de l'Instruction publique. Le ministère de la guerre était représenté par le colonel d'état-major Fay et le lieutenant-colonel du génie Mangin. — Le ministère de la marine ne comptait pas moins de six délégués: je dois placer à leur tête le vice-amiral Cloué, directeur général du dépôt des cartes et plans; venaient ensuite le contre-amiral de Jonquières, M. Gervaise, inspecteur général du génie maritime, M. Legros, inspecteur général des travaux maritimes, M. Rochard, inspecteur général du service de santé de la marine. M. Bouquet de la Grye, ingénieur hydrographe de première classe.

La préfecture de la Seine avait délégué M. Tambour, secrétaire général, dont chacun de nous a pu apprécier l'exquise urbanité jointe chez lui à une connaissance parfaite des institutions et des monuments dont il nous montrait les détails.

Le Conseil municipal de Paris, dont plusieurs membres font partie de notre Association, s'était empressé de lui donner un gage de haute bienveillance en votant un large subside destiné à subvenir aux frais de l'hospitalité qu'il voulait bien nous offrir. Nous remplissons un devoir de stricte convenance, mais nous répondons aussi à la sincérité de nos sentiments en proclamant de nouveau, à un an de distance, au nom de l'Association, la gratitude qu'elle a éprouvée en présence d'un aussi généreux accueil.

Voilà déjà bien des éléments de succès; en voici d'autres, encore trop essentiels et trop honorables pour que nous négligions de les mentionner.

Jamais la liste des sociétés savantes représentées n'avait été aussi nombreuse que cette année; elle était de 29 au congrès du Havre et de 34 à celui de Paris. C'est un progrès sensible, bien que relativement faible; nous devons tendre à conserver cette marche et à affirmer toujours plus la solidarité de nos travaux avec ceux des sociétés de province, entre lesquelles notre rôle est de servir d'organe commun. Ce rôle, s'il est bien compris, peut même devenir international, et l'inscription de la « Reale Academia di scienze, lettere ed arti di Modene », si dignement représentée par M. le professeur Domenico Ragona, directeur de l'observatoire de Modène, autorise cette croyance en même temps qu'elle donne le signal d'un mouvement destiné à se propager.

Cette extension, qui sera comme le couronnement de notre œuvre, dépend surtout du nombre et de la valeur des savants étrangers que l'Association parviendra à attirer à ses réunions. Ce nombre tend réellement à s'accroître, mais la proportion de cet accroissement est encore trop lente à notre gré; il n'était que de 27 au congrès du Havre, il s'est élevé à 153 à celui de Paris, progrès considérable s'il ne fallait tenir compte, pour l'explication de ce chiffre, de l'affluence des étrangers venus à cause de l'Exposition. Nous devons, malgré tout, remercier cette foule de savants accourus des extrémités du monde civilisé d'avoir répondu à notre appel avec tant d'empressement; espérons que beaucoup d'entre eux, séduits par l'attrait de nos réunions, reviendront d'année en année retrouver des émules et des admirateurs.

Si l'on partage cette masse de savants par nationalités distinctes, on voit que l'Angleterre occupe le premier rang, non-seulement parce que son groupe est le plus important (29 personnes), mais parce que dans ce groupe on peut relever une foule de noms justement célèbres ; je me contenterai de mentionner ceux de Frankland et Gamgee, ces deux derniers membres de la Société royale de Londres, du professeur Smith, de l'Université d'Oxford, de Spottiswoode et de Douglas-Galton, l'un président et l'autre secrétaire de la « British Association », sœur et devancière de l'Association française.—L'Italie suit de près, avec 25 noms; elle est notre voisine et marche sur nos traces : l'ingénieur Betocchi, le comte Guarini, député au Parlement, le professeur Capellini de Bologne, les astronomes Denza et Tacchini, le général Ricci et bien d'autres sont venus attester l'activité renaissante du mouvement scientifique

italien. — La Russie vient immédiatement après l'Italie ; elle compte 23 adhérents, l'élite de ses professeurs; beaucoup ont des titres sérieux à la renommée; je citerai seulement le docteur Anoutchine, délégué à l'Exposition universelle; le baron Derschow, G. Kananoff, inspecteur des langues orientales; les professeurs Stieda, Tchebichef, Wladimirsky, et tant d'autres; le concours qu'ils nous ont prêté donne la mesure éclatante du progrès intellectuel accompli récemment en Russie. — Nous avons dû à la Scandinavie la présence de plusieurs hommes éminents, comme le professeur Broch, de l'Université de Christiania, correspondant de l'Institut; M. Hoffmeyer, directeur de l'Institut météorologique danois; le professeur Nillson, de l'Université d'Upsal; le professeur Lundgren, de celle de Lund; enfin, le professeur Valdemar Schmidt, de Copenhague, secrétaire de la commission danoise à l'Exposition universelle. — L'Austro-Hongrie nous avait envoyé les professeurs Benedikt de Vienne, Zenkel de Prague, Horwath de l'École polytechnique de Budapest, etc.— Je ne retiens à regret sur la liste des États-Unis que les seuls noms des docteurs Jenkins et Scaïfe, commissaires de l'Union américaine à l'Exposition universelle. — En Suisse, M. A. Favre, professeur à Genève, correspondant de l'Institut; en Belgique, M. Montigny, de l'Académie royale; dans les Pays-Bas, M. de Baumhauer, secrétaire perpétuel de la Société scientifique de Harlem; en Espagne, le professeur Vilanova ; en Portugal, M. Ribeiro et le professeur Agostino ; au Canada, le professeur Williamson ; en Allemagne, le professeur Hæckel d'Iéna, s'offrent à ma pensée, et jusqu'à Malte, dans les Principautés danubiennes et en Egypte, je rencontre des noms illustres ou simplement sympathiques que l'Association a pu s'adjoindre avec fierté et inscrire sur ses registres pour en garder le souvenir.

En présence d'un tel empressement, il fallait, Messieurs, comme un dernier et nécessaire élément de réussite, que le comité d'organisation fût à la hauteur de sa tâche. Venant chaque année nous asseoir en convive heureux à un banquet organisé à l'avance, nous ignorons, je le confesse du moins pour mon compte, les labeurs et la tâche qui incombent au conseil d'administration, et par-dessus tout, à l'âme vivante de ce conseil, à notre infatigable et aimé secrétaire, M. Gariel, à qui je me plais à rendre ici publiquement hommage ; il songe à tout, il règle et prévoit ce qui doit être réglé et prévu, il distribue les renseignements, les documents, les listes, en sorte que chaque président de section est toujours sûr de recevoir à point nommé les instructions, les détails, les adresses qui peuvent lui être utiles. Cependant, Messieurs, cette tâche déjà si lourde d'organisation, le conseil de l'Association la partage chaque année avec un comité local envers lequel, en ce qui concerne Montpellier, nous avons dès à présent une dette de reconnaissance à acquitter. Mais à Paris même, le conseil d'administration et son organe devaient tout entreprendre, tout régler, ne rien négliger, et pourtant, à l'heure marquée, l'ensemble de l'œuvre, aussi bien que ses moindres détails, se trouvèrent si bien arrêtés qu'au dernier moment les moindres obstacles disparurent comme par enchantement, et la grande salle de la Sorbonne s'ouvrit pour nous recevoir. Accourus en foule autour du bureau, nous applaudîmes aux paroles magistrales de notre président, M. Fremy, avec des acclamations dont l'écho résonne encore au fond de notre souvenir.

Bientôt après, nous étions installés au lycée Saint-Louis, local destiné à nos réunions particulières, et nous reconnûmes à quel point toutes choses avaient été combinées de manière à favoriser la tenue de nos paisibles travaux de sections.

Il m'est assurément impossible d'entrer dans les détails de ces travaux, ni même de les analyser en courant; je courrais le risque inévitable d'être incomplet, et par cela même injuste. Renfermés chacun dans une spécialité restreinte, religieusement soumis à cette division du travail qui paraît être une des conditions de succès de la science moderne, nous jugeons ou nous nous efforçons de juger de la valeur des communications qui rentrent dans le cercle de nos études habituelles; mais comment un botaniste pourrait-il apprécier justement un mathématicien ou un physicien; comment un géologue parlerait-il d'une observation médicale ou d'un calcul astronomique. Plus qu'un autre, j'éprouverais cet embarras, et je préfère vous renvoyer au moment où chacun pourra feuilleter les pages du compte rendu. J'apporte surtout ici des impressions personnelles, et c'est à ce titre, en me repliant sur moi-même, que je ne puis m'empêcher d'avouer devant vous le charme que j'ai ressenti en présidant pour la seconde fois la section de géologie. Quelle aimable confraternité régnait entre nous! quelle succession variée d'études, de travaux importants, de simples notes, communiqués à un auditoire d'élite, devant les plus hautes personnalités scientifiques de la France et de l'étranger, confondues sur les mêmes bancs que leurs adeptes et leurs disciples. Le président seul avait à souffrir d'un spectacle de nature à faire ressortir son infériorité.

Les conférences, les excursions et les visites, enfin les réunions générales ont tenu à Paris une plus grande place que partout ailleurs. Pourrait-on s'en étonner? On avait tant à voir, tant à apprendre; les maîtres étaient là; les œuvres, les procédés, ce qui existe de plus parfait dans tous les genres sollicitaient nos regards, et la seule difficulté provenait de la multiplicité même des hommes et des choses s'unissant pour nous captiver. Cette même difficulté se trouve dans mon compte rendu et je suis heureux d'être suppléé par le collègue autorisé qui prendra la parole après moi. Il vous initiera bientôt aux splendeurs de la grande soirée scientifique donnée en notre honneur au Conservatoire des arts et métiers; mais comment ne pas dire un mot de l'un des plus vifs attraits de cette soirée : je veux parler de la conférence faite par M. Cornu à propos des belles expériences de projection de M. Duboscq. La parole sonore, la diction éminemment limpide de l'orateur rendaient familiers à la foule pressée des auditeurs les problèmes les plus ardus de la polarisation, des interférences lumineuses, de la structure moléculaire des minéraux réduits en plaques minces et considérés sous de très-forts grossissements; les projections de M. Duboscq exécutées dans le but de faire apprécier ces phénomènes, si imparfaitement rendus par la parole, constituaient un spectacle des plus attrayants, en traduisant avec la rapidité de l'éclair et avec une coloration magique des merveilles ordinairement voilées sous une formule impénétrable. En parlant de M. Duboscq, si aimable et si habile, j'ajouterai même si simple, je paie une dette de reconnaissance

personnelle. Je n'oublie pas que je lui dois la rapide organisation du côté matériel de la conférence que je donnai au Havre ; avant lui, malgré l'extrême bonne volonté de mes coopérateurs, tout marchait péniblement ; le pauvre conférencier était déjà consterné ; à peine M. Duboscq eut-il paru, que les projections prirent vie et couleur, comme si elles eussent obéi à la baguette d'un magicien.

Dans un ordre d'idées entièrement différent, M. Ulysse Trélat captiva l'attention par sa manière vivante d'aborder un sujet peu attrayant en apparence, digne cependant des méditations du moraliste comme du praticien. Sa conférence était intitulée *l'Hôpital*. M. Trélat y a envisagé la question sous toutes les faces ; il prend l'hôpital à son origine ; il fait voir que la pensée première en est due au christianisme ; il discute les difficultés que soulève son aménagement intérieur ; il démontre que les grands progrès sont récents puisqu'ils remontent à peine à la guerre de Crimée et surtout à celle de la sécession américaine. La science profite de l'hôpital ; elle guérit lorsque c'est possible ; elle accroît en même temps le trésor de son expérience ; mais l'hôpital où l'on soigne et où l'on guérit devient forcément un foyer d'infection qui active et propage le germe des maladies les plus dangereuses ; de là l'écueil à éviter. En agrandissant les bâtiments, on exagère aussi les dépenses ; on les pousse au delà de toute mesure. M. Trélat préférerait de petits hôpitaux ; l'économie, l'hygiène y trouveraient également leur compte ; M. Trélat demande encore des hôpitaux de convalescents, situés loin de Paris ; il veut la séparation absolue des malades contagieux. Tout ce qu'il avance est ferme, spirituel, pratique. C'est du bon sens du meilleur aloi joint à une élévation réelle de pensée. Sa conférence portera certainement des fruits, et elle sera lue avec le même sentiment qui l'a fait applaudir de ceux qui l'ont écoutée.

Dans sa conférence sur l'*Étude graphique des moteurs animés*, M. Marey, membre de l'Institut, professeur au collège de France, s'est attaché aux problèmes les plus ingénieux de la mécanique usuelle. Il expose avec une clarté et une précision assurément bien rares les procédés qui permettent de figurer exactement la traction des animaux, le mouvement des voitures, les allures d'un cheval. La méthode graphique de M. Marey s'applique même avec succès à l'interprétation d'une foule d'œuvres d'art historiques assez fidèlement modelées pour se prêter à l'analyse scientifique.

M. J. Janssen, le sympathique et brillant astronome, ignore peut-être, tant sa modestie est grande, à quel point ses découvertes sont populaires ; les procédés d'application des méthodes photographiques à l'exploration du soleil, combinés avec les données de l'analyse spectrale, ont fait accomplir d'immenses progrès à cette partie de l'astronomie qui a pour but de rechercher la nature physique des astres et que le directeur de l'Observatoire de Meudon affectionne plus particulièrement. Lui-même, dans une conférence faite le 28 août, a tracé le résumé rapide de ses plus récentes observations touchant la constitution de la photosphère. L'extrême perfection des images obtenues par le procédé photographique et la rapidité prodigieuse qui président à leur production ont amené M. Janssen à se rendre un compte plus exact qu'on

ne l'avait encore fait, de la vraie nature des éléments granulaires photosphériques.

Ces éléments sont normalement globulaires, plus ou moins mobiles et susceptibles de déformation; ce sont des nuées incessamment divisées en particules par des courants solaires et flottant au sein d'une enveloppe fluide. Les éléments granulaires les plus brillants nagent dans un milieu relativement obscur; de là des variations d'intensité lumineuse, dont l'apparition des taches augmente encore l'amplitude. — Mais je me hâte de descendre de pareilles hauteurs où la vue se trouble et l'esprit se perd; heureux celui dont le regard, comme celui de l'aigle, peut fixer sans en être ébloui cette clarté suprême, pour la soumettre aux calculs de la science humaine.

Les excursions et les visites ont été si multipliées et si intéressantes au congrès de Paris que je ne saurais m'y arrêter comme je l'eusse voulu; il me faut abréger en cédant avec confiance à notre honorable trésorier une partie de ma tâche; je ne résiste pas cependant à vous entraîner sur mes pas à l'école de Grignon où tout avait été combiné pour nous séduire et nous retenir : frais ombrages, réception splendide, paroles affectueuses échangées sous une vaste tente, à la suite d'un gai et somptueux repas. Les agronomes, les géologues et les botanistes n'avaient qu'à regarder autour d'eux ou à tendre la main pour admirer ou pour saisir de véritables richesses. Aucun de vous certainement n'a oublié ni l'allocution chaleureuse de M. Fremy, ni la spirituelle causerie qui s'établit sur les bancs d'un trop étroit amphithéâtre entre M. Dehérain et ses confrères. Quels progrès rapides ne ferions-nous pas en chimie agricole s'il nous était donné plus souvent d'écouter notre aimable et savant collègue. Chacun de nous enviait au retour le sort de ces élèves qui réalisent si bien l'idéal de la vie des champs, en joignant la culture de l'esprit à la culture matérielle du sol.

Grignon nous était apparu comme la réalisation au XIXe siècle de l'idylle à la fois vraie et sérieuse, autant que charmante; mais Grignon est déjà loin de Paris, et notre Association ne pouvait, en siégeant dans cette ville, éviter de la voir et de la juger. — Paris, Messieurs, n'est pas un, ou plutôt il est multiple dans son unité. Il est des côtés de Paris, curieux peut-être aux yeux de celui qui applique à la société les procédés de l'anatomie : c'est le Paris des fonds obscurs, des turbulences et des convoitises; ce n'était pas celui que nous cherchions. Nous ne courions pas davantage après un autre Paris, qui séduit plus de gens, mais qui ne vaut pas mieux : le Paris des joies folles, des plaisirs malsains ou désordonnés. Mais il est un autre Paris, souvent, hélas! masqué par les précédents, qui n'en est pas moins réel et qu'il était dans nos vœux, je dirai plus, qu'il était de notre devoir de connaître et d'interroger : ce Paris, Messieurs, c'est le Paris honnête, intelligent et laborieux, celui de l'industrie et des arts, celui qui pense, qui s'instruit, qui travaille et produit. Ce Paris est notre gloire et notre honneur à nous autres Français; malheureusement nous ne le voyons guère, sinon pour admirer ses œuvres merveilleuses. Pourquoi? mais par une raison bien simple, parce qu'il se cache au fond des ateliers, souvent même dans des mansardes ou bien encore au sein de vastes établissements dirigés savamment, à l'aide d'une hiérarchie

dont les premiers rangs sont réservés exclusivement à l'intelligence et à l'amour du travail réunis.

Les réflexions qui précèdent vous expliqueront l'intérêt très-vif que nous a fait éprouver la visite successive d'un groupe scolaire du XVIIe arrondissement, du collége Chaptal, de l'Ecole Monge, enfin de l'Ecole Rodrigue-Péreire où les sourds-muets apprennent à parler à l'aide d'une méthode des plus ingénieuses. — Nous avons vu ainsi en quelques heures, sous la direction d'hommes spéciaux, se dérouler le cycle complet de l'instruction à tous ses degrés, dans des conditions matérielles, morales et scientifiques combinées avec tant de précision qu'il nous a paru difficile que le vrai mérite, même obscur et latent, ne se dégageât pas sans peine pour venir ensuite occuper la place que la société est heureuse de lui réserver.

Les visites aux grands établissements industriels, en occupant de nombreuses séances, confirmèrent en nous ces pensées, dont elles nous firent toucher au doigt les applications les plus variées et les plus fécondes. Apprécier un à un les établissements de premier ordre d'où sortent, revêtus de ce cachet d'élégance artistique qui honore la France, les meubles, les cristaux, les produits céramiques, les fers, les papiers peints, les livres, les instruments de précision, les mille objets utiles ou ornementaux qui alimentent le monde, énumérer ceux qui président à toutes ces créations, ce serait réellement au-dessus de mes forces. — La reconnaissance me presse de nommer l'Imprimerie Chaix, à laquelle notre Association est tellement redevable ; je mentionne de plus, en courant, le ballon captif Giffard, dont MM. Tissandier frères faisaient si bien les honneurs ; l'observatoire national et celui de Montsouris, les égouts de Paris, le réservoir de Montrouge, en dernier lieu le musée de la Société d'anthropologie, dont l'examen consciencieux exigerait à lui seul des pages entières.

Je touche à la fin du Congrès, puisque tout a une fin en ce monde, même le souvenir qui s'échappe de ce qui a déjà disparu et dont on respire avec tant de plaisir le léger parfum. La dernière réunion fut un banquet où vinrent prendre place deux cent cinquante de nos confrères : il était présidé par celui-là même qui nous préside cette année et qui était alors ministre de l'instruction publique; M. Bardoux était avant tout notre ami, ainsi qu'il nous le prouva dans une réception plus cordiale encore que solennelle. A la table du banquet s'asseyaient aussi le représentant autorisé du Conseil municipal de Paris et le secrétaire général de la Préfecture de la Seine. Là, Messieurs, au milieu de l'allégresse générale, furent prononcées de généreuses paroles que tous, sans exception, applaudirent. M. Fremy affirma la réussite de notre Congrès; il avait, par la variété des sujets traités, par le nombre des adhésions, par l'éclat des réunions et des conférences, surpassé tous les autres. M. le ministre de l'instruction publique trouva aisément pour lui répondre ces accents élevés et sympathiques dont il a le secret. M. Sigismond Lacroix prononça en quelques mots l'éloge de la science et définit heureusement les caractères de l'esprit scientifique. Enfin, nous eûmes, dans le discours de M. Broch, professeur à l'Université de Christiania, le témoignage sincère et glorieux pour nous du concours promis à notre Association par les savants étrangers qui avaient bien voulu répondre à notre appel.

Tout ce que j'ai dit, messieurs, n'est qu'un écho bien affaibli des faits de l'année dernière. Le temps, quoi qu'on fasse, amortit dans sa marche les impressions les plus vives; il estompe inévitablement l'ensemble de ce qu'il touche de son aile. C'est une loi que nous devons reconnaître et, en hommes de science que nous sommes, après l'avoir constatée, il ne nous reste qu'à fléchir devant elle. En revanche, le présent, à mesure qu'il se déroule, que les yeux le considèrent et que l'âme s'y attache, a en soi quelque chose de vibrant et d'enchanteur; un prisme y est naturellement posé dans les heures exemptes de tristesse; l'attrait de la nouveauté, l'imagination dans tout son éclat nous dominent et nous entraînent.

C'est sous l'empire de ces impressions que nous venons vers vous, messieurs; mais l'on peut dire que jamais elles ne furent mieux justifiées. La ville dans laquelle va se réunir notre huitième session a pour elle un passé glorieux, et ce passé est justement de ceux qui nous touchent, et nul de nous ne saurait y être étranger.

Les sciences, mais surtout les sciences d'observation, ne sont pas nées d'elles-mêmes; elles n'ont été créées au contraire qu'à force de génie, de labeur et de tâtonnements, au prix de difficultés sans nombre; enfin, en y regardant de près on reconnaît qu'elles sont pour ainsi dire d'hier, tellement la date de l'âge viril de la plupart d'entre elles est récente, comparée au temps qui a dû s'écouler depuis qu'il existe des hommes.

On doit faire trois parts dans les sciences et chacune de ces parts a sa raison d'être et son histoire distincte.

Les sciences abstraites sont venues les premières, parce que l'abstraction est une opération naturelle de l'esprit humain dès qu'il atteint un certain degré de culture. Certaines applications immédiates des sciences abstraites, à la mécanique, à la géométrie descriptive, à l'astronomie ont suivi presque sans intervalle; mais lorsqu'il s'est agi d'inventer les méthodes, de découvrir les procédés de l'examen expérimental, ce qui constitue, en un mot, la base même des sciences d'observation, l'esprit humain s'est heurté durant des siècles à des obstacles ou à des préjugés longtemps infranchissables. Or, messieurs, c'est là qu'on en était encore en Europe à la sortie du moyen-âge et, disons-le bien hautement, les sciences d'observation proprement dites, l'antiquité ne les a jamais connues. C'est donc entre le XVIe et le XVIIIe siècle que les grands efforts se sont produits pour nous ouvrir la voie. Quelle reconnaissance ne devons-nous pas à ceux qui nous ont précédés et qui surent, sans espoir pour eux-mêmes, nous assurer la jouissance d'un bien dont ils restèrent à jamais privés, mais dont ils entrevoyaient la richesse infinie. Placés comme Moïse à l'entrée de la terre promise, sans y pénétrer eux-mêmes, ils parvinrent pourtant, gardons-nous de l'oublier, à nous en ouvrir l'accès.

S'il est une ville où cette œuvre préparative en vue de la science moderne ait été active et féconde, c'est certainement Montpellier. Ici vint s'installer dès le XIIIe siècle la science arabe, c'est-à-dire toute celle du temps. Ici, remarquez-le, la médecine apportait, en fondant une école célèbre, les germes associés de toutes les autres sciences : la chimie, l'anatomie, la physiologie, la zoologie et la botanique. Aussi, ne vous étonnez pas si parmi les noms célè-

bres sortis de Montpellier, à ceux des médecins, comme Barthès, des chirurgiens, comme La Peyronnie, viennent se joindre des zoologistes, comme Rondelet, des botanistes, comme Magnol, des chimistes, comme Chaptal. Une étroite solidarité scientifique unit entre eux ces grands esprits, formant ensemble un même faisceau, sortis du même foyer lumineux auquel, par une coïncidence que je ne saurais oublier, je suis fier de me rattacher moi-même par mon nom et mes ancêtres directs (1).

Encore un mot, Messieurs : lorsqu'un Américain quitte le sol de l'Union pour visiter l'Europe, ses compatriotes ont un mot touchant pour exprimer ce retour vers leur patrie d'origine, celle à laquelle ils se sentent liés par une filiation déjà lointaine; ils disent alors : vous allez au « vieux pays ». Nous aussi, avec autant de raison, en entrant à Montpellier, en nous souvenant de tout ce que la science moderne doit à son école illustre, dont la vitalité a résisté à tant de siècles et garde encore son éclat, nous aussi, nous pouvons dire : Accueillez-nous comme vos enfants, nous vous devons la meilleure partie de nous-mêmes, et nous revenons au vieux pays.

M. G. MASSON

Trésorier de l'Association

LES FINANCES DE L'ASSOCIATION.

MESDAMES, MESSIEURS,

En venant pour la huitième fois vous présenter le compte-rendu financier de l'Association française, nous avons la satisfaction de constater, comme lors des exercices précédents, un accroissement du capital, un développement régulier des diverses sources de nos revenus.

Le chiffre total des sommes encaissées par votre trésorier s'est élevé pour l exercice 1878 à 99,090 fr. 59 c.

Sur cette somme, 83,690 fr. 59 c., dont voici le détail, sont applicables au compte des revenus annuels.

REVENUS DE L'EXERCICE 1878.

Recettes.

Reliquat de l'exercice 1877	Fr.	1.100 04
Cotisations des membres annuels		39.460 »
Arrérages des rentes		11.973 05
Recettes diverses		457 50
Dons faits à l'Association avec affectation spéciale		700 »
Subvention de la Ville de Paris et du département de la Seine pour le congrès de Paris		30.000 »
	Fr.	83.690 59

(1) L'orateur a en vue Louis, Antoine et Jean Saporta, ses neuvième, huitième et septième aïeuls, tous trois professeurs royaux, vice-chanceliers ou doyens de l'Université de Montpellier, dans le cours du XVIe siècle.

Dépenses.

Les dépenses se sont élevées à 66,317 fr. 30 c., qui se décomposent comme suit :

Frais d'administration. . . . . Fr.		12.481 85
Impression du volume de la session du Havre.		26.369 95
Impressions diverses.		1.732 40
Subventions votées par le Conseil d'administration.		10.800 »
Bourses de session		1.200 »
Frais de la session de Paris.		16.733 10
Total des dépenses. . . Fr.		69.317 30
Sur l'excédant il a été prélevé :		
Réserve statutaire. . . . . Fr.	3.991 70	
Achat d'un titre de rente de 400 francs avec affectation à une subvention annuelle spéciale.	8.982 »	
Et il reste à nouveau.	1.399 59	14.373 29
Total égal. . . . Fr.		83.690 59

Deux de ces divers articles de dépense méritent une explication spéciale :

Les *subventions* ont atteint le chiffre le plus élevé que l'Association ait encore pu distribuer sur les ressources normales de son budget. Tous nos efforts et les vôtres devront tendre à les maintenir à ce niveau.

Les *frais de session* constituent cette année une dépense extraordinaire, correspondant, il est vrai, à une recette extraordinaire, puisque d'habitude l'Association est l'hôte de la ville où elle tient son congrès, tandis qu'à Paris la municipalité avait voté en notre faveur une somme de 30,000 francs, en nous laissant le soin de l'employer au mieux des besoins auxquels nous avions à faire face.

Nos dépenses de ce fait ont été relativement modérées, et cependant, la session de Paris, au point de vue matériel comme au point de vue scientifique, a eu un éclat digne des circonstances dans lesquelles nous nous réunissions. Nous le devons à la bienveillance de l'Administration, qui a mis gracieusement à notre disposition, à la Sorbonne et au lycée Saint-Louis, les locaux nécessaires à nos réunions ; à la libéralité des établissements publics et des industriels qui, en nous ouvrant largement leurs portes, nous ont facilité l'organisation d'excursions et de visites industrielles qui ont été à la fois le complément et le délassement de nos travaux de sections.

Nos dépenses ont consisté surtout en frais de publicité et d'impression, frais relatifs aux conférences, rétribution du personnel et gratifications diverses. A Noisiel, où nous avions reçu une si gracieuse hospitalité, nons avons voulu témoigner par la remise de quelques livrets de caisse d'épargne, de l'intérêt que nous avions pris à la visite des écoles organisées par des industriels aussi soucieux du bien-être que de l'instruction de leurs ouvriers. Enfin la fête du Conservatoire a coûté 6,000 francs.

Dans cette soirée a été réalisé un programme impossible même à concevoir partout ailleurs que dans le magnifique établissement que M. le Ministre de

l'agriculture et du commerce et le directeur du Conservatoire avaient bien voulu mettre pour un soir à notre disposition. L'activité de notre éminent collègue, M. Tresca, le concours empressé des industriels, ont fait passer en quelques heures sous nos yeux, dans ces galeries qui formaient le décor le plus splendide et le plus approprié à cette solennité, tout ce que l'industrie emprunte à la science de plus intéressant et de plus nouveau.

Après avoir payé tous les frais immédiats de la session, il restait disponible sur la somme qui nous avait été attribuée une somme d'environ 13,000 francs applicable à nos dépenses courantes. C'est sur ce reliquat que nous avons prélevé le capital nécessaire à l'achat d'une rente de 400 francs, du montant de laquelle le Conseil d'administration disposera chaque année sous le titre de subvention de la Ville de Paris.

Ainsi sera perpétué dans les annales de l'Association, et cela de la façon qui pouvait le mieux répondre au but élevé des donateurs, le souvenir de la libéralité dont nous avons été l'objet de la part d'une municipalité éclairée, et que les intérêts de la science ne laissent jamais indifférente.

Voici maintenant comment s'établit au 31 décembre 1878 le compte *Capital* de l'Association :

CAPITAL.

Au 31 décembre 1877, le capital était de 226,897 fr. 43 c. ; il s'est accru au cours de l'exercice 1878 comme suit :

Capital	Fr.	226.897	43
Prélèvement pour constituer la subvention dite *de la Ville de Paris*.		8.982	»
Versement de 13 membres fondateurs		6.800	»
Rachat de cotisations		7.600	»
Réserve statutaire		3.991	70
Don annuel de M. Kulhmann		1.000	»
	Fr.	255.271	13

représentés par 11,775 francs de rente 5 0/0 et 1,900 francs de rente 3 0/0 qui valent au cours actuel environ 330,000 francs.

Un pareil résultat atteint en huit années d'existence n'est pas sans imporance. Il n'est que le début, cependant, de la prospérité que nous espérons atteindre un jour et Montpellier contribuera, comme toutes les villes que nous avons visitées jusqu'ici, à augmenter ce patrimoine de la science.

Ses habitants, en prenant les premiers l'initiative, en dehors de tout concours officiel, de la cordiale réception qui nous attendait ici, ont créé entre eux et nous un lien d'autant plus intime. Ils deviendront et resteront nos collègues, unis avec nous dans cette pensée féconde qui fait de l'Association française l'apôtre du progrès scientifique, et grâce à laquelle elle rentre, après chacun de ses congrès, plus nombreuse, plus riche et par conséquent plus utile.

SÉANCE GÉNÉRALE

29 août 1879.

PRÉSIDENCE DE M. BARDOUX.

Dans cette séance, MM. DOUMET-ADANSON, le colonel LAUSSEDAT, ÉMILE TRÉLAT et FRÉDÉRIC PASSY ont successivement pris la parole et présenté les communications suivantes :

M. DOUMET-ADANSON

Président de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault.

SUR UN PROJET D'AQUARIUM MARITIME A CETTE ET SUR LA NÉCESSITÉ DE CETTE CRÉATION

MESSIEURS,

En prenant part aux travaux de ce Congrès, mon principal désir était de profiter des leçons des éminents professeurs, des enseignements des savants distingués, qui forment l'état-major de cette brillante réunion ; tout au plus, mon ambition allait-elle jusqu'à hasarder mon opinion sur quelques sujets spéciaux portés à l'ordre du jour des sections. Il était bien loin de ma pensée, que moi, simple et obscur amateur de sciences, je pourrais être appelé au périlleux honneur de parler un des premiers en séance générale et devant une assemblée nombreuse qui a le droit d'être sévère dans ses appréciations. Devant la décision du Bureau, devant l'insistance flatteuse des savants qui veulent bien m'honorer de leur amitié, mes scrupules ont dû céder ; mais, s'il ne m'est plus permis de me récuser, laissez-moi du moins, réclamer de vous tous, messieurs, la plus grande indulgence, car, pris à l'improviste comme je le suis, j'aurai sans nul doute beaucoup de peine à mener à bien l'exposé du sujet que je vais avoir l'avantage de traiter devant vous.

Messieurs, l'homme éminent que nous avons le plaisir de voir présider à nos travaux, nous a dit hier avec juste raison et avec cette éloquence véritable dont je voudrais beaucoup posséder le secret, qu'à notre époque, l'enseignement ne pouvait plus se borner aux exercices de la mémoire, que l'état actuel des connaissances humaines exigeait de la part du maître, la dissection, l'analyse, l'explication méthodique du sujet qu'il enseigne. Ce que M. Bardoux paraissait

appliquer plus spécialement aux matières littéraires ou philosophiques, nous pouvons à plus forte raison le revendiquer pour les études et l'enseignement scientifiques et plus particulièrement encore pour l'histoire naturelle. Ici, messieurs, je devrais sans doute, écoutant les légitimes scrupules que fait naître dans mon esprit le sentiment de mon infériorité, je devrais terminer mon exorde. Est-ce bien à moi, en effet, qu'il appartient de faire ressortir devant un public de savants, combien nous sommes loin de l'époque où des hommes comme Rondelet, Gouan, Fabricius, Buffon, Lacépède, Lamarck, Latreille, Jussieu, ou même des génies comme Aristote ou Linné, trouvaient dans la nature un champ assez inexploré pour que la simple description des formes extérieures des êtres ait suffi presque seule à remplir toute une vie de travail et établir à jamais leur glorieuse renommée. Cuvier, ses contemporains et ses continuateurs ont pu trouver à leur tour dans l'anatomie comparée, une mine féconde en découvertes précieuses autant que nouvelles et d'innombrables sujets d'étude. Mais aujourd'hui, après les beaux travaux accomplis depuis le commencement du siècle, l'anatomie elle-même peut-elle suffire à nos connaissances ? C'est alors le tourde la physiologie, de la biologie, de l'organographie, de l'embryologie, de l'étude comparative du fonctionnement des organes, de celle des mœurs de tous ces êtres déjà décrits avec tant de soin extérieurement et intérieurement. Or, pour ce genre d'études, les collections les plus riches, les musées d'anatomie, les préparations ne suffisent plus ; ce qu'il faut, ce sont les êtres vivants, les êtres maintenus dans un milieu se rapprochant autant que possible de celui que la nature leur offre, des êtres enfin, que le savant soit à même de suivre, d'épier à tous moments, pour saisir les mille particularités de leur existence, analyser le fonctionnement de leurs organes, surprendre les secrets de leurs mœurs , de leur alimentation , de leur reproduction, rechercher les causes de leurs maladies, en un mot suivre tous leurs actes depuis leur naissance jusqu'à leur mort.

Parmi les animaux qui peuplent le globe, s'il en est dont les mœurs échappent plus particulièrement aux investigations des savants, ce sont bien ceux qui vivent exclusivement dans l'eau et notamment ceux qui habitent en nombre si considérable les profondeurs des mers où l'homme ne saurait sans danger les suivre à son gré. Les poissons, les mollusques marins, les zoophytes, qui appartiennent à cette nombreuse catégorie, dérobent leur existence aux regards investigateurs du savant, qui, ne pouvant se les procurer le plus souvent que privés de vie, est forcé de se borner à l'étude anatomique de leurs organes. Mais que de surprises, que d'observations curieuses, que d'applications au commerce et à l'industrie, quand on peut suivre à tous les moments la vie de ces étranges animaux répandus à profusion dans les eaux qui couvrent la plus grande partie du globe. Nous n'avons qu'à citer comme exemples, les belles découvertes de MM. Coste et de Lacaze Duthiers, et nous nous empresserons d'ajouter que ces savants et leurs élèves ont eu à leur disposition les fameux laboratoires de Concarneau et de Roscoff, établissements dont on n'est plus à compter les services rendus à la science, malgré leur éloignement relatif des grands centres scientifiques.

En constatant ces heureux et importants résultats, on se prend naturel-

lement à regretter qu'une installation de ce genre n'existe pas sur les bords de la Méditerranée, à proximité d'un foyer intellectuel et scientifique comme la ville de Montpellier. Que de services ne devrait-on pas en attendre avec un champ de recherches, aussi vaste, aussi riche et aussi différent de l'Océan que notre belle mer intérieure. Il serait superflu d'insister davantage sur ce point devant des hommes de science, c'est-à-dire des hommes déjà convaincus de l'utilité du projet que j'ai à soutenir.

Dès 1868, lorsque la trente-huitième session du congrès scientifique de France réunit à Montpellier, comme aujourd'hui, plus de cinq cents membres venus de tous les points de la France et de l'étranger, j'eus l'honneur, incidemment, comme je l'avais fait longtemps avant dans l'une de mes modestes publications ichthyologiques, d'attirer l'attention sur les avantages que l'on pourrait retirer de la création à Cette d'un aquarium expérimental. S'il m'en souvient bien (et j'ose le dire, en dépit de la modestie dont il sied toujours mal de se départir), une certaine faveur accueillit ma proposition. J'espère, Messieurs, pour la cause que je plaide, que vous ne serez pas moins indulgents pour celui qui a l'honneur de parler devant vous, et je désirerais surtout qu'aujourd'hui, comme alors, mes paroles trouvassent de l'écho dans les hautes régions officielles. Un moment, en effet, il me fut permis de croire à la réalisation du vœu émis par le Congrès de 1868, car, un ministre éclairé et ami du progrès s'empressa d'instituer une Commission, qui, sous la présidence du recteur de l'Académie de Montpellier, fut chargée d'étudier la question; un rapport fut même adressé au ministre concluant à la création à Cette de l'établissement demandé. Sans un changement de ministère, surtout sans les désastres de 1870 et 1871, le projet serait depuis longtemps une réalité et l'aquarium de Cette aurait déjà payé par les services rendus les dépenses nécessitées par sa construction.

C'est ce même projet, Messieurs, dont nous voudrions voir reprendre l'étude et en faveur duquel nous demanderons au Congrès d'émettre à nouveau un vœu des plus formels. Au point de vue scientifique, l'utilité, je dirai même la nécessité de cette création pour les savants professeurs de Montpellier, n'est plus à démontrer et je ne crains pas d'avancer que le désir que nous manifestons obtiendra l'assentiment et l'appui de tous les amis des sciences et des nombreux zoologistes qui, à diverses reprises, ont élu domicile pour un temps plus ou moins long, sur ces mêmes rives du port de Cette dont nous ferons ressortir plus loin la situation favorable et les bonnes conditions en rappelant certains passages du rapport que nous fûmes chargé d'adresser au ministre de l'instruction publique.

Peut-être, Messieurs, devrais-je borner mes arguments aux considérations d'ordre purement scientifique. Cependant il est un second point de vue de la question, non moins intéressant et qui milite tellement en faveur de la création que nous réclamons, qu'il ne m'est pas permis de le laisser de côté. Je veux parler du côté commercial et industriel, de celui qui touche plus directement à la prospérité des populations maritimes et à l'alimentation publique. Situé comme il devrait l'être à Cette, l'aquarium n'aurait pas un but purement scientifique; la science, par des essais de pisciculture maritime, y devra être

appliquée au développement de l'industrie de la pêche, industrie jadis si prospère sur les côtes du Languedoc et qui chaque jour périclite par suite du désempoissonnement occasionné par l'emploi abusif de procédés et d'engins barbares.

Pris, je le répète, presque au dépourvu, vous me permettrez, en ce qui concerne cette partie de ma communication, de rappeler certains passages de celle que j'avais l'honneur de faire, il y a dix ans ; la situation étant malheureusement la même, si toutefois la question n'est pas moins avancée qu'à cette époque, ce que je disais alors peut, je le crois, être redit aujourd'hui avec non moins d'actualité.

» En jetant les yeux sur une carte du golfe du Lion, on est frappé de la quantité de lagunes dont il est bordé depuis l'étang de Berre au nord-est de l'embouchure du Rhône, jusqu'au pied des Albères, dernier chaînon des Pyrénées ; ce sont ces lagunes ou étangs salés qui, à notre avis, donnent un moyen sûr et facile de mettre la quantité du poisson au niveau des exigences de la consommation, en même temps qu'elles pourront aider au réempoissonnement des côtes dépeuplées par l'abus inintelligent des engins traînants. Rien, en effet, ne semble plus facile que d'utiliser ces réservoirs naturels qui communiquent tous avec la mer par de simples goulets appelés *graus*, en y lâchant des myriades de jeunes poissons éclos artificiellement et que l'on aurait préservés durant leur jeune âge des causes nombreuses de destruction auxquelles ils sont exposés pendant les premiers temps de leur existence. L'hiver venu, ayant acquis déjà une dimension moyenne, ils émigreraient naturellement à la mer par innombrables légions et se joindraient à ceux dont la suppression de la pêche à l'aide d'engins traînants aurait permis l'éclosion et le développement.

» Les étangs deviendraient alors, en réalité, ces pépinières désirées par Duhamel, et cela d'autant plus fructueusement que l'élevage artificiel pourrait s'étendre à toutes les espèces reconnues les meilleures. Tel est, à notre sens, le véritable et magnifique avenir réservé aux étangs salés dans l'œuvre de régénération de l'industrie de la pêche maritime qui, dans l'état actuel des choses, tend chaque jour à devenir moins productive. Pour atteindre ce but, il est indispensable de créer sur le littoral du Languedoc un aquarium expérimental où l'on puisse à la fois étudier à loisir les mœurs des poissons de nos côtes et faire de la pisciculture marine, tout comme on fait de la pisciculture d'eau douce.

» La position exceptionnelle du port de Cette, disions-nous dans notre rapport au Ministre, en 1869, à l'entrée de l'étang de Thau (sorte de petite mer intérieure dont les bords sont habités par de nombreuses populations maritimes qui trouvent dans l'industrie de la pêche et le commerce de la marée un de leurs principaux moyens d'existence), et au débouché des divers canaux qui mettent ce port et la mer en communication facile avec toutes les lagunes situées entre le Roussillon et la Provence, permet d'espérer que l'établissement expérimental que l'on y créerait rendrait bientôt à l'industrie maritime des services non moins importants que ceux que l'on en peut attendre pour la science zoologique pure.

Nul autre point, du reste, n'offrirait sur le littoral du Languedoc un concours de conditions favorables comme celui que l'on trouve à Cette. Limpidité des eaux renouvelées sans cesse par le courant rapide, qui, alternativement, va de la mer à l'étang ou de l'étang à la mer, ressources d'une ville de trente mille âmes, communication immédiate des bassins du laboratoire avec l'étang de Thau, facilités exceptionnelles pour se procurer par les nombreux pêcheurs de la mer et de l'étang les animaux que l'on aurait à étudier, proximité du centre scientifique de Montpellier, d'où l'on vient en moins de trois quarts d'heure, tout semble désigner ce point pour la création si vivement désirée par les hommes de science. C'est pourquoi, en terminant, nous demandons au Congrès de l'Association française d'émettre un vœu formel en faveur de la création à Cette d'un laboratoire expérimental et d'un aquarium maritime où les savants, les industriels entreprenants, et même les simples curieux, puissent venir étudier à loisir les mœurs des animaux de la mer et soulever peu à peu le voile qui cache encore leur mystérieuse existence, où, en un mot, ainsi que nous le disions au Congrès de 1868, le livre de la nature soit constamment ouvert pour que chacun puisse le feuilleter et y puiser les trésors d'une science fertile en applications ou en précieux enseignements.

M. le Colonel LAUSSEDAT

Professeur au Conservatoire des arts et métiers.

LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE AU POINT DE VUE DE LA DÉFENSE DU TERRITOIRE

NÉCESSITÉ D'UN SERVICE DE RECONNAISSANCE ET D'UN CORPS SPÉCIAL DES SIGNAUX.

MESSIEURS,

Il y a sept ans, à Bordeaux, au début des séances du premier congrès de cette association, j'essayais, dans une communication qui fut accueillie avec une grande bienveillance, de mettre en lumière quelques-uns des services que la science moderne a déjà rendus et peut rendre encore à l'art de la guerre (1).

Je répondais ainsi, pour ma part, à l'appel fait aux militaires par les fondateurs d'une œuvre destinée à contribuer au relèvement de la patrie.

Mon premier soin avait été, toutefois, de déclarer que je n'entendais nullement intéresser une réunion de savants à des sujets qui s'écartent par trop de leurs études, et, j'ose le dire, de leurs aptitudes, comme la stratégie, la tactique, ou l'organisation des armées, qu'il sera toujours plus raisonnable d'abandonner aux militaires de profession.

(1) Voyez la *Revue scientifique* du 14 septembre et du 2 novembre 1872, 2e série, tome III, pages 241 et 440, et *Comptes Rendus de l'Association française*, Bordeaux, 1872.

Je n'avais pas eu de peine à faire admettre, d'un autre côté, que, dans les armes spéciales, l'artillerie et le génie, grâce à l'instruction polytechnique de la plupart des officiers, les progrès des sciences physiques et mathématiques étaient mis à profit, souvent spontanément, j'en citais de nombreux exemples, ou pouvaient l'être, à coup sûr, toutes les fois qu'une impulsion intelligente se faisait sentir.

Sans m'arrêter à des questions encore à l'étude, à cette époque, et dont je vous dirai quelques mots aujourd'hui, je m'étais attaché surtout à appeler votre attention, et par vous l'attention générale, sur les moyens les plus efficaces, à mon sens, de répandre le goût des voyages scientifiques et des études géographiques, manifestement trop négligées dans l'enseignement secondaire et dans l'enseignement supérieur, aussi bien que dans les écoles militaires et dans l'armée.

Les desiderata que j'avais formulés alors ont été presque tous réalisés dans une large mesure, je suis heureux de le constater; mais je me hâte en même temps de reconnaître, pour ne point m'attribuer un rôle ou même une influence qui ne m'appartient point, que j'ai tout simplement pressenti l'espèce d'explosion de bons vouloirs qui s'est produite, dans toutes les directions à la fois, en faveur des sciences géographiques.

Qu'il me soit permis, cependant, de rappeler, en peu de mots, les observations que j'avais présentées à l'association ou plutôt les propositions que j'avais faites et qui se trouvent mises en pratique depuis plusieurs années.

Ainsi, j'avais beaucoup recommandé les voyages scolaires comme ceux qu'exécutent annuellement les jeunes étudiants suisses et allemands; fort peu de temps après le Congrès de Bordeaux, ces voyages étaient organisés pour les élèves de quelques-uns de nos lycées et d'autres établissements d'instruction, grâce à l'initiative de professeurs dévoués et de familles bien inspirées, avec l'agrément et même le concours du ministre de l'instruction publique.

Déjà, dans une région voisine de celle où nous nous trouvons aujourd'hui, une société spéciale s'était fondée pour explorer les Pyrénées, sous le patronage du nom illustre de Ramond; peu de temps après, le club Alpin français était créé à Paris et devenait le centre d'autres sociétés sœurs ou de sections répandues sur toute la surface du territoire.

J'avais provoqué moi-même, dans une conférence faite en janvier 1873, à la Réunion des officiers, la création d'une société de touristes militaires et j'avais obtenu, en peu de temps, un assez grand nombre d'adhésions, mais je n'avais pas hésité à reconnaître que le club Alpin, ouvert à tous les citoyens dont le plus grand nombre est désormais lié au service militaire, était une institution plus large et qui pouvait répondre à tous les besoins prévus dans mon projet.

J'avais exprimé le vœu que nos jeunes officiers fussent encouragés à voyager en France et à l'étranger, dans un but d'instruction bien défini. Des voyages dits d'état-major sont, en effet, entrepris par les officiers de l'école militaire supérieure, par les officiers attachés à l'état-major général et aux états-majors

des corps d'armée. Il serait à souhaiter que le nombre des jeunes gens conduits ou envoyés sur le terrain pour le comparer avec la carte et pour s'exercer le coup d'œil et le jugement pût encore s'accroître, car cet enseignement *de visu* est assurément le meilleur, ou du moins il est indispensable pour compléter celui qui est donné dans un amphithéâtre, même sur les meilleures cartes et par le professeur le plus habile. Il n'est pas moins satisfaisant de reconnaître que les cours de géographie ont reçu, pendant ces dernières années, dans nos écoles militaires, à Saint-Cyr, à l'école supérieure et à l'école d'application de l'artillerie et du génie un développement remarquable, tel même qu'il semble bien difficile que l'on puisse faire mieux ailleurs.

J'avais enfin parlé, dans la conférence de Bordeaux, de l'utilité que présenterait, pour ceux qui doivent ou veulent apprendre à observer le terrain et tout ce qui s'y rapporte, un guide ou manuel du voyageur scientifique dont plusieurs modèles existent à l'étranger, en priant ceux de nos collègues qui en trouveraient le loisir, de s'occuper de la rédaction de quelques-uns des chapitres qui rentraient dans le cadre de leurs études.

Un membre distingué de la Société de géographie de Genève, M. Kaltbrunner, se trouve avoir rempli, à lui seul, spontanément, tout le programme, et vient de donner, en français, un manuel qui ne pourrait être trop recommandé pour le choix et la clarté des renseignements qu'il renferme.

Je devrais peut-être m'en tenir à ce résumé des faits qui sont venus répondre si complètement aux vues que j'avais exposées en 1872, et ne pas tarder davantage à aborder le sujet de cette conférence. Permettez-moi, néanmoins, de m'arrêter un instant sur le dernier point que je viens de mentionner.

Le traité de M. Kaltbrunner est, je le répète, un ouvrage recommandable à bien des titres, mais il s'adresse surtout aux explorateurs des contrées éloignées et peu connues. Or, ce que je voudrais, pour nos enfants et pour nos jeunes officiers, ce serait un manuel qui pût les aider à faire avec fruit leur tour de France, et plus tard, si faire se peut, leur tour d'Europe.

Je sais, pour les avoir beaucoup pratiqués, qu'il existe des guides fort bien faits pour les principales contrées de notre continent, et personne n'est plus disposé que moi à rendre justice à leurs auteurs, en tête desquels je ne veux pas manquer de citer notre compatriote, M. Adolphe Joanne; mais ces guides, qui contiennent tant d'indications précieuses, n'enseignent pas et ne peuvent pas avoir la prétention d'enseigner à observer.

Ceci m'amène à m'expliquer plus clairement que je ne l'avais fait il y a sept ans, et à réparer un oubli que je n'aurais pas dû commettre.

Il existe, en effet, dans notre littérature, un livre qui, pour ce qui concerne la France, va même au delà de ce que j'avais en vue, et qui est un véritable chef-d'œuvre dans son genre. J'éprouve d'autant plus de plaisir à en faire l'éloge que l'un de ses auteurs, qui compte parmi les vétérans les plus illustres de la science française, se trouve au milieu de nous, et continue à donner ici même, dans cette cité si remplie de grandes traditions et si digne de l'apprécier, l'exemple de l'activité la plus infatigable et la plus féconde; j'ai nommé M. Charles Martins.

Le livre auquel je fais allusion, publié en 1847 sous le noble titre de *Patria*,

aurait besoin d'être revu, après un intervalle d'un tiers de siècle, mais tel qu'il est, je n'hésite pas à l'offrir en modèle, même aux étrangers qui entreprendraient, à leur tour, de donner une description complète de leur pays, dans le passé et dans le présent. Depuis sa publication, je n'ai pas eu de meilleur vade-mecum, et je m'acquite d'une dette de reconnaissance, en même temps que je donne un bon conseil en en recommandant la lecture aux jeunes gens. Il serait à désirer seulement que cette œuvre, accomplie en 1847 par une vingtaine de personnes, fût rééditée, par exemple, sous le patronage de l'Association, qui compte tant d'hommes capables de la mettre au niveau de la science actuelle.

Je crains, Messieurs, que ce vœu, pour ainsi dire platonique, puisque je ne suis pas en position d'en poursuivre la réalisation, ne vous semble hors de propos en ce moment. En y regardant de plus près, avec votre bienveillance accoutumée, peut-être jugerez-vous que je ne m'éloigne point de mon but, en cherchant les moyens de répandre, parmi les générations nouvelles, le goût d'une science trop peu cultivée parmi nous et dont la vulgarisation aurait, selon moi, une importance considérable, au point de vue de la défense du pays. Or, je ne connais pas de meilleur traité de géographie physique de la France que celui qui se trouve contenu dans les premiers chapitres de l'excellent ouvrage de *Patria*, et me voici ramené au sujet délicat que j'ai demandé la permission de traiter devant vous.

La France a traversé, dans ces dernières années, une des crises les plus douloureuses de son existence. Elle en est sortie, l'honneur sauf, mais meurtrie et dépouillée de deux de ses plus riches provinces, qui étaient en même temps ses meilleures sentinelles. Elle a eu, tout le monde en convient avec des sentiments divers, la sagesse de se recueillir après avoir subi une leçon de modestie dont quelques-uns prétendent qu'elle avait besoin, mais qui, à mon humble avis, aurait pu lui être infligée avec plus de modération par le vainqueur.

On va plus loin, et nos plus implacables ennemis, ceux-là mêmes qui ont fait systématiquement tant de bruit de la prétendue supériorité des races germaniques comparées aux races latines, en viennent à avouer que nous sommes en réalité une nation honnête, laborieuse, rangée, économe et amie de la paix. Quand nos paysans se battent, ils se battent bien, on veut bien le reconnaître, en ajoutant, ce qui est un peu naïf, qu'ils aiment mieux battre les autres qu'être battus; mais ce qu'ils souhaitent avant tout, conclut-on, c'est la fin de la guerre et leur retour aux champs. Cette pastorale assez réussie, que chacun a pu lire dernièrement dans les journaux, avait, à la vérité, une contre-partie. « Il y a seulement, disait l'auteur (1), en regard des gens paisibles de la province, de la campagne, la population parisienne, douée de qualités aimables sans doute, mais frivole, extravagante, qui fait les révolutions, déclare la guerre et n'a pas la moindre idée de l'économie. Tout le monde lui apporte son argent et elle le sème à son tour sans compter. »

(1) Voir le journal *le Temps* du 13 août 1879 et les *Propos de table* du comte de Bismark, pendant la campagne de France, par E. Seinguerlet.

Je ne garantis pas littéralement ce texte qui, sans être officiel, n'en est pas moins vraisemblable et n'a pas été démenti. Nous n'avons que trop de raisons de croire que le gros de ce langage est bien celui du *leader* du parti qui, de l'autre côté du Rhin, non content de nous avoir arraché l'Alsace et la Lorraine, n'en continue que de plus belle à nous appeler l'ennemi héréditaire.

La population de Paris mérite-t-elle les invectives évidemment calculées que l'on débite contre elle? Ce n'est pas moi qui en conviendrai, car je lui ai appartenu pendant la plus grande partie de mon existence, et je sais que si elle a des défauts (peut-être pas plus abominables que ceux des habitants de bien d'autres capitales que je pourrais nommer), elle a des qualités maîtresses qui sont le secret de son prestige, non seulement en France, mais dans le monde entier. Dans tous les cas, il ne nous appartient pas d'entreprendre de la catéchiser, et ce que nous avons de mieux à faire, c'est de chercher à la mettre à l'abri des atteintes de ceux qui seront toujours prêts, à la première occasion, à renouveler le *delenda Carthago* contre cette cité illustre entre toutes, qu'ils envient au moins autant qu'ils la détestent, la tête et le cœur de la France, selon l'expression de Vauban.

Ne craignez pas, Messieurs, que je m'écarte de la réserve qui m'est imposée, je le sais, par la nature même de cette réunion; je n'attaque ni ne menace personne, je suis et je reste sur la défensive; or, cela étant, je ne me croirai, jamais et nulle part, obligé de refouler des sentiments que nous éprouvons tous sans les manifester intempestivement, mais qu'il me semblerait peu digne de dissimuler quand l'occasion s'offre d'elle-même, comme c'est ici le cas.

Comment pourrais-je parler de la géographie physique dans ses rapports avec la défense du territoire, sans dire ce qu'est devenu le territoire de la France? Je n'ai pas la simplicité de vouloir vous apprendre quelles sont les limites naturelles de notre pays, ni celles que la politique lui a imposées, à la suite des fautes multipliées commises depuis le commencement de ce siècle et dont nous portons la peine. Je ne puis me dispenser toutefois de comparer au moins les conditions dans lesquelles nous étions encore placés avant la dernière guerre avec l'état actuel des choses.

Sans parler de la perte matérielle de trois départements, qui, au point de vue de la richesse, équivalent à dix départements moyens comme est celui de la Corrèze, en écartant de nos esprits l'idée amère du sacrifice de près de un million et demi de concitoyens dont le patriotisme était proverbial aussi bien que les qualités guerrières, en nous bornant uniquement à considérer que Paris a toujours été et restera (on nous le dit assez) le principal objectif des armées venant d'Allemagne, nous avons perdu de ce côté les trois lignes de défense du Rhin, des Vosges et de la Moselle. Deux chiffres, au surplus, suffisent pour caractériser le changement de la situation depuis 1870. Strasbourg, c'est-à-dire le Rhin, est à 100 lieues de Paris; Verdun, c'est-à-dire la Meuse, n'en est qu'à 55 lieues, autant dire à moitié chemin.

Je ne conteste pas que, grâce au succès des mesures financières prises après la signature de la paix, pour payer la lourde rançon de la défaite, les armées allemandes aient abandonné plus tôt qu'on ne l'avait espéré les provinces qu'elles occupaient et dont elles n'avaient pas réclamé l'annexion à leur nouve

empire, mais je pense qu'il y aurait à la fois ingratitude et légèreté, en parlant de la libération du territoire, comme on le fait si souvent, à oublier de combien ce territoire se trouve diminué, de quelle pépinière de vaillants, soldats nous sommes privés, et à en méconnaître les conséquences dans l'avenir.

Ce sont ces conséquences que j'essaye, en ce moment, de vous faire envisager comme elles me sont apparues à moi-même, pendant les deux années de la plus pénible mission, celle de la délimitation de la nouvelle frontière, conséquences qu'il faut nous efforcer de conjurer par tous les moyens en notre pouvoir.

Mon intention ne pouvait être, toutefois, de mettre sous vos yeux, une à une, les circonstances locales, si préjudiciables à notre sécurité, d'une frontière pour ainsi dire entièrement découverte sur plus de cinquante lieues de longueur, entre les Ardennes et la trouée de Belfort. Depuis 1871, grâce à la sagesse dont je parlais tout à l'heure, au patriotisme et aux efforts de tous, législateurs et militaires, de grands travaux de défense ont pu être entrepris et presque partout menés à bonne fin sur cette frontière, sur celles du nord et du sud-est, autour de Paris, de Lyon et de plusieurs autres grandes villes transformées en vastes camps retranchés.

Je voudrais même pouvoir m'en tenir à la constatation de faits qui sont de nature à nous rassurer, et vous ne vous attendez sûrement pas à ce que je m'engage avec vous dans l'examen et la discussion du système adopté par la commission de défense qui a ordonné ces travaux. Je ne dois cependant pas manquer de vous prémunir contre le danger d'une trop grande quiétude, en vous faisant remarquer que les meilleures fortifications ne sauraient remplacer partout les obstacles naturels et surtout qu'elles ne rétablissent pas les distances.

Plus le danger se rapproche, plus nous devons nous préparer à agir rapidement et sûrement autant que vigoureusement, pour y résister et le repousser.

Quels sont les obstacles naturels qui existent encore entre Paris et la nouvelle frontière allemande? comment peut-on en tirer le meilleur parti possible, en cas de besoin, pour accroître, avec leur secours, les moyens de résistance des forteresses et favoriser les mouvements des armées qui tiendraient la campagne?

Telle est la question que je n'ai cessé d'avoir présente à l'esprit depuis neuf ans bientôt, et dont l'examen m'a conduit à des conclusions que je désire vous soumettre, parce que vous pourriez contribuer à les faire admettre, et qu'elles vous touchent par bien des côtés, j'espère vous le démontrer.

Et d'abord, les faibles obstacles naturels qui protègent Paris contre une invasion venant du nord-est et de l'est, par toutes ces vallées convergentes de l'Oise, de l'Aisne, de la Marne, de l'Aube et de la Seine, sont bien connus dans leur contexture générale, Tout le monde a lu et admiré cette description géologique du bassin de Paris, où l'illustre E. de Beaumont fait ressortir d'une manière si saisissante les propriétés défensives des crêtes saillantes ou bourrelets concentriques qui marquent les différents étages de ce bassin et à travers lesquels les cours d'eau ont dû trouver des passages en rétrécissant la largeur de leurs vallées. « Ces propriétés défensives se sont toujours imposées, par la force des choses, dit E. de Beaumont, aux armées qui ont attaqué ou défendu

cette partie de notre territoire. » Mises, en effet, à profit avec une merveilleuse habileté en 1792 et en 1814, elles ont été malheureusement négligées en 1870. Dorénavant on ne manquera certainement plus de les utiliser, mais pour savoir tout le parti que l'on peut en tirer, il ne faut pas cesser de les étudier dans tous leurs détails et à tous les points de vue, topographique, géologique, hydrographique et climatologique.

Permettez-moi de m'arrêter quelques instants à la justification de ce programme qui pourrait, au premier abord, paraître trop étendu.

L'influence que la géologie, par exemple, exerce, au moins autant que le climat, sur toutes les circonstances qui caractérisent un pays, même sur les mœurs et les idées des habitants, dont on m'accordera qu'il faut tenir compte, a été signalée depuis longtemps, avec une imposante autorité, par notre grand Cuvier.

E. de Beaumont et Dufrénoy, dans leur description de la carte géologique de la France, n'ont laissé échapper, de leur côté, aucune occasion de mettre en évidence les relations intimes qui existent entre les formes extérieures du terrain et sa constitution. Ils n'ont pas moins insisté sur la distribution, l'importance relative et le régime des cours d'eau selon la nature du sol des contrées où ils naissent et qu'ils parcourent. « La seule considération des cours d'eau, disent-ils, permet presque toujours de distinguer, sur une carte bien faite, les terrains anciens des terrains secondaires », et ils reviennent fréquemment sur ce sujet qui a été traité avec tant de talent et de sagacité par le regretté M. Belgrand, à propos des études qu'il avait inaugurées sur l'hydrologie du bassin de la Seine.

Ces considérations et d'autres encore, dans lesquelles il serait trop long d'entrer, ont donné naissance à l'étranger, et principalement en Allemagne et en Autriche, à une branche, en grande partie nouvelle, de l'art militaire, désignée sous le nom de *Science du terrain*. Je ne pourrais pas me livrer à l'examen critique des tentatives assez nombreuses qui ont été faites pour réunir en corps de doctrine l'ensemble des faits observés; je me propose, au surplus, d'y revenir ailleurs. Ce qui n'est point contestable, c'est qu'en dehors même des formes typiques et des accidents caractéristiques que l'on trouve reproduits avec une remarquable constance dans des pays éloignés les uns des autres, mais géologiquement constitués de la même manière, la nature du sol exerce souvent une influence considérable sur les évènements de la guerre.

Personne ne met en doute qu'il ne saurait être indifférent, pour une armée en marche, de rencontrer des terrains sableux, argileux, calcaires, crayeux ou granitiques, imperméables ou perméables à l'eau, secs ou humides, solides ou faciles à défoncer.

Il en est de même, assurément, et l'on peut dire que les deux choses sont connexes, du climat qui peut être froid ou chaud, sec ou pluvieux, selon les localités souvent autant que selon les saisons.

J'aurai peut-être, malgré cela, je le répète, de la peine à faire admettre qu'il faille, à la guerre, prendre en considération tant d'éléments à la fois. Nos pères, dira-t-on, n'y regardaient pas de si près et ne s'en battaient pas moins bien ni Dumouriez ni Napoléon n'étaient géologues, et ils ont pourtant su trouver,

par la force des choses, selon l'expression d'E. de Beaumont, les points décisifs du théâtre de leurs opérations.

Je ne crois pas me tromper pourtant, en supposant que si Dumouriez ou Napoléon vivaient de nos jours, ils ne négligeraient aucun des enseignements que la science actuelle serait en état de leur donner. Ne voit-on pas, d'ailleurs, combien les circonstances sont changées depuis la fin du siècle dernier et le commencement de celui-ci, et pourrait-on supposer qu'avec toutes les voies de communication qui sillonnent le pays, avec les chemins de fer et le télégraphe, on ne soit pas obligé de se renseigner et d'opérer plus vite qu'autrefois.

Les cartes de Cassini et celles des anciens ingénieurs géographes, remarquables pour leur temps, ont été remplacées par d'autres qui leur sont incontestablement supérieures. On admettra sans doute que les généraux de la République et de l'Empire n'eussent pas hésité à leur donner la préférence et s'en fussent servi avec avantage.

Les cartes actuelles contiennent-elles tout ce qu'il importerait de savoir, à un moment donné, quand, aujourd'hui, je le répète, on est obligé d'opérer si promptement à la guerre? Évidemment non, car, si l'on y trouve les principaux accidents du terrain, son relief assez nettement accusé et jusqu'à certains renseignements statistiques récemment introduits, comme la population des villes et des villages, on y chercherait vainement la largeur, la profondeur et le régime des cours d'eau, la nature du sol et les conditions climatologiques de la contrée.

Quand bien même la cartographie ferait encore des progrès (et je ne puis résister à la tentation de citer en passant l'invention encore assez récente de la chromo-lithographie, qui facilite tant la lecture des cartes), on ne saurait espérer qu'elle parvienne jamais à exprimer simultanément et sans confusion, à l'aide de signes conventionnels, tout ce qui se rapporte à la géographie physique.

D'un autre côté, il serait peu raisonnable de supposer qu'un général, nécessairement ménager de son temps, puisse s'astreindre à consulter toutes les cartes spéciales que l'on construit pour les services publics, et qui contiennent les renseignements que j'énumérais tout à l'heure : cartes géologiques, hydrologiques, climatologiques, statistiques, etc. Mais doit-il renoncer à profiter de ces renseignements dont quelques-uns feront peut-être, un jour ou un autre, l'objet de ses préoccupations, et qui pourraient lui rendre de si grands services?

Je réponds encore non, sans hésiter, et je reviendrai tout à l'heure sur les moyens de simplifier la tâche du général. Quant à la nécessité, ou, si on le préfère, à l'utilité des renseignements de la nature de quelques-uns de ceux auxquels j'ai touché, elle est reconnue depuis longtemps par les militaires qui ont pratiqué l'art des reconnaissances et qui ont consigné ces renseignements dans d'importants mémoires demeurés des modèles à imiter, mais dont la plupart sont incomplets aujourd'hui. Les généraux qui les ont étudiés s'en sont toujours bien trouvés; ceux qui les ont ignorés ont eu souvent à s'en repentir.

L'histoire militaire est, en effet, remplie d'accidents, et même de désastres occasionnés par l'ignorance de détails en apparence insignifiants, qui acquéraient tout à coup des proportions considérables. Pour ne pas abuser de votre

temps, je me bornerai à mentionner un fait récent, encore présent à toutes les mémoires. Quoi de plus insignifiant au premier abord que la crue d'une rivière comme la Marne, avec les ressources de la capitale, pour y établir des ponts de bateaux ? Vous vous souvenez néanmoins que c'est à cette circonstance que l'on a attribué, à tort ou à raison, le retard des mouvements de l'armée de Paris, et jusqu'à l'insuccès de la tentative faite pour rompre les lignes d'investissement de l'armée allemande (1). Le régime de la Marne est pourtant bien connu, grâce aux travaux de M. Belgrand, que je citais il y a un instant : mais peut-être n'a-t-on pas assez tenu compte de ce que l'on considérait comme une difficulté d'ordre secondaire ; peut-être, c'est ce que j'ignore, les ingénieurs eux-mêmes n'avaient-ils pas prévu ni pu prévoir sûrement, dans les conditions du siège, qu'une crue de deux de ses affluents pourrait entraîner celle de la Marne. Avec la nouvelle extension donnée aux travaux de défense de Paris et les progrès ultérieurs de l'hydrologie du bassin de la Seine, un pareil contre-temps ne serait vraisemblablement plus à craindre.

Je ne veux pas ranimer vos douleurs patriotiques, en vous rappelant encore les cruelles épreuves imposées à nos soldats par la rigueur de l'hiver 1870-1871. Personne, dirait-on d'ailleurs, ne pouvait empêcher le froid de sévir, la neige et la pluie de tomber, les chemins de se défoncer. Je ne prétends pas le contraire, et cependant je maintiens que la météorologie et la climatologie sont des sciences en voie de progrès réels dont il ne faudrait pas négliger de se servir dans les futures campagnes.

J'ai de nombreux arguments à faire valoir à ce sujet.

En premier lieu, il n'est point douteux que les hommes de guerre les plus résolus ne seraient pas fâchés de savoir à l'avance le temps sur lequel ils doivent compter.

Le maréchal Bugeaud, dont le bon sens pratique est resté légendaire, ne manquait jamais, avant de se mettre en route, de recourir à tous les pronostics qui lui étaient familiers, en sa qualité de paysan gaulois, et dont quelques-uns mêmes étaient de son invention, paraît-il. Il ignorait cependant, moins que personne, que la guerre n'est point une partie de plaisir, et, quand il s'agissait de prendre une résolution, de surprendre l'ennemi ou de lui donner la chasse, quels que fussent les pronostics, il montait à cheval et faisait sonner *la Casquette*. Seulement, il savait ce qu'il faisait, ou du moins il avait fait tout ce qui dépendait de lui pour le savoir.

Quand le service des ballons montés fut organisé dans Paris, pendant le siège, on ne manqua pas de s'efforcer de prévoir le temps et spécialement la direction et l'intensité du vent. Cette prévision fut faite par M. Hervé Mangon avec tout le soin que l'on peut supposer et avec assez de succès, car, en dépit des vents régnants de l'ouest et du sud-ouest qui poussaient du côté des provinces envahies, le nombre des ballons tombés aux mains de l'ennemi a été relativement faible. On ne négligera sûrement pas cette précaution quand l'emploi des ballons sera renouvelé et devenu usuel dans la défense des places.

En province, il n'eût pas été moins utile de se préoccuper des circonstances

(1) Il faut cependant convenir que d'autres versions ont eu cours et que le retard a été expliqué par la lenteur de transmission des ordres et de leur exécution.

atmosphériques, avant de lâcher les pigeons messagers qui devaient retourner à Paris, mais cela n'a pas toujours été fait, malheureusement, et un assez grand nombre de ces intéressants animaux furent perdus par la faute de ceux qui avaient été chargés de ce service. Non seulement on ne consultait guère l'état du ciel et la direction du vent, mais on ne tenait aucun compte de l'avis des praticiens envoyés en ballon avec leurs élèves et qui avaient une expérience qu'il eût été si naturel de mettre à profit.

On avait encore tenté, pendant le siège, de rétablir la correspondance entre Paris et des points éloignés, à l'aide d'un système de signaux optiques. Je n'apprendrai sans doute rien à personne, pas même aux Allemands qui se tiennent fort au courant de tout ce que nous faisons, en vue de préparer la défense, en disant que nous avons naturellement cherché à utiliser ce système pour entretenir entre nos forteresses des communications beaucoup plus difficiles à intercepter et à supprimer que celles qui ont besoin de fils télégraphiques aériens ou même souterrains. Le seul obstacle à craindre pour la transmission des signaux, c'est le brouillard, et l'on conçoit combien il importe de connaître les époques de l'année, les heures de jour et de nuit et jusqu'aux directions les plus favorables, dans chaque localité. Ai-je besoin de dire que ces renseignements dépendent, au premier chef, de la climatologie ?

J'ajoute que la télégraphie optique sera également fort utile aux armées en campagne, mais que si l'usage des appareils qu'elle emploie est facile, les opérateurs qui choisissent les stations doivent nécessairement avoir une grande habitude du terrain, savoir lire la carte et s'orienter rapidement, en un mot être aptes au service des reconnaissances.

Je pourrais entrer dans d'autres détails, mais je crois avoir assez fait pressentir le parti que l'on pourrait tirer des notions positives et même des inductions plausibles que fournissent, dès aujourd'hui, les différentes branches de la science que j'ai désignée, pour abréger, sous le nom de géographie physique.

Je dois mentionner, d'un autre côté, les moyens si merveilleux et si puissants d'investigation et de transmission de renseignements que la photographie et l'électricité, aidées de l'optique, ont mis entre nos mains depuis un petit nombre d'années, et dont le plus précieux, sinon le plus extraordinaire, a été celui de la dépêche photomicrographique confiée par milliers d'exemplaires à un seul pigeon voyageur.

Enfin, il est de mon devoir de signaler les services que les artistes, associés aux savants, peuvent rendre dans une place assiégée, car j'ai eu l'honneur, en 1870, à Paris, d'avoir sous ma direction des hommes du plus grand mérite, qui ne dédaignaient pas de dessiner, avec le soin le plus minutieux et à l'aide de puissantes lunettes, des panoramas étendus des environs de Paris, qui servaient journellement aux observateurs, physiciens ou astronomes, à relever les travaux de l'ennemi et à suivre ses mouvements, qui étaient annoncés immédiatement au quartier général par voie télégraphique (1).

(1) Je suis en droit d'affirmer que tous les travaux de l'ennemi, à très peu d'exceptions près, tranchées, batteries, abris, etc., ont été relevés presque au jour le jour par nos observatoires. Une vérification directe très minutieuse de cet important travail a été faite après l'armistice et en a démontré la parfaite exactitude.

Je ne crains d'être démenti par personne quand je dirai que l'emploi, l'utilisation de tant d'éléments propres à éclairer le commandement, n'est ni prévu dans ses détails ni préparé suffisamment dans nos services actuels. J'en fournirais aisément la preuve, en mettant sous vos yeux le tableau de nos principales institutions militaires ; mais je me garderai bien d'aborder une tâche qui nous mènerait trop loin ; vous trouverez d'ailleurs ce tableau tracé de main de maître, et accompagné de critiques d'une grande finesse en même temps que d'excellents conseils, dans une brochure récemment publiée sous ce titre : *l'Armée française en 1879*, par un officier en retraite.

Les propositions que je fais de mon côté, les mesures que je conseille, après une longue expérience et une étude approfondie de la question, ne troublent en rien d'ailleurs le mécanisme de ces institutions, qu'elles aideront à faire fonctionner plus facilement, si je ne me trompe, et, dans tous les cas, plus utilement, j'en suis certain.

Je réclame, en définitive, des auxiliaires d'une capacité reconnue pour les services qui sont destinés à renseigner le commandement et à faire exécuter ses ordres. Ces auxiliaires seraient choisis parmi les officiers, les sous-officiers et les soldats de l'armée active, de l'armée de réserve et de l'armée territoriale, dans des proportions qu'il conviendrait de bien déterminer à l'avance. Ils seraient chargés de se procurer et de fournir aux généraux et aux gouverneurs des places, les renseignements concernant l'état des communications, des cours d'eau et du terrain, les circonstances atmosphériques probables, la position et les mouvements de l'ennemi.

Le même service aurait en outre à s'occuper de maintenir, par tous les moyens possibles, les communications entre les armées, les forteresses assiégées ou investies, et l'intérieur du pays.

On me demandera peut-être à quel corps ou à quel service déjà existant je propose de rattacher celui-ci. Je ne crois pas qu'il soit nécessaire de répondre ici à cette question : Vous n'êtes pas une assemblée délibérante, et je n'ai ni l'intention ni la prétention de vous apporter un projet complet.

Ce que j'ai cherché à vous faire pressentir, c'est le rôle que bon nombre d'entre vous, j'entends ceux qui sont assez jeunes, pourraient être appelés à jouer dans une organisation dont l'exemple nous a été donné, dans les deux armées américaines du Nord et du Sud, pendant la guerre de la sécession. Il est même intéressant de constater que, tandis que la plupart, on pourrait dire la presque totalité des corps créés pour les besoins de cette guerre, ont été licenciés après la paix, le *corps des signaux* (*signal corps*) a été conservé. On sait que c'est à lui qu'est confié, aux États-Unis, l'important service météorologique local et international, qui y fonctionne avec tant de régularité et obtient de si importants résultats, sous l'habile direction du général Myer.

J'ajoute que, d'après quelques renseignements publiés par la *Revue militaire de l'étranger*, des corps ou des services analogues semblent exister et avoir même fonctionné dans l'armée autrichienne de Bosnie et dans l'armée anglaise de l'Afghanistan.

Il y a donc lieu d'espérer que notre armée ne restera pas plus longtemps

en arrière, après avoir eu le mérite de sentir, la première, l'importance d'un service spécial des reconnaissances, car c'est à ce service qu'était destiné le corps des guides créé en 1848, et presque aussitôt supprimé, soit par économie, soit parce que son rôle et ses attributions n'avaient pas été bien définis. Je ne pense pas, après tout ce que j'en ai dit, que l'on soit en peine de déterminer aujourd'hui ce rôle, qui ne tarderait pas à acquérir une grande importance.

Je ne reviendrai pas, à ce propos, sur l'énumération que j'ai faite précédemment des attributions qu'il conviendrait de donner au corps des signaux ; mais au moment où je quitte le service militaire, je considère presque comme un devoir d'insister sur celles de ces attributions qui seraient empruntées à des branches dont je me suis occupé plus particulièrement pendant plusieurs années. J'ai été en effet chargé, quelques-uns d'entre vous le savent, d'étudier les nouveaux moyens de correspondance à grandes distances et par voie aérienne. Tout en évitant de faire connaître publiquement l'état actuel des questions abordées par la commission que j'ai eu l'honneur de présider, il m'est permis de dire que la plupart de celles qui peuvent être considérées comme résolues ne produiront de résultats vraiment utiles qu'avec le concours d'un personnel spécial, choisi et assez nombreux néanmoins. Je n'ai pas manqué d'appeler sur ce point l'attention du ministre de la guerre ; mais dans un temps où il faut faire face à tant de besoins à la fois, je suis d'avis moi-même qu'avant de proposer de nouveaux sacrifices au pays, il convient non-seulement d'être bien renseigné, mais de se sentir appuyé par l'opinion publique compétente.

En vous prenant pour confidents et en cherchant à trouver parmi vous des partisans, comme j'en ai déjà rencontré parmi mes camarades de l'armée, je m'efforce, je ne le dissimule pas, de déterminer le mouvement d'opinion, l'agitation nécessaire qui, partant d'un milieu aussi éclairé que le vôtre, contribuerait sans doute à lever des scrupules que je ne saurais blâmer, tout en souhaitant qu'ils s'évanouissent.

Permettez-moi, en terminant, de vous présenter, pour me défendre du reproche d'inopportunité qui pourrait m'être adressé, quelques réflexions, qui s'adressent d'ailleurs moins à vous qu'aux esprits timides ou sceptiques en matière d'innovations, comme il en existe encore en si grand nombre, bien qu'ils ne fassent pas toujours équilibre à ceux qui s'engouent trop facilement.

Nous sommes effectivement presque tous, je parle des gens de bonne foi et de bonne volonté, condamnés à naviguer entre les deux écueils également dangereux de la routine et de l'exagération.

En ce qui concerne les institutions militaires, les événements prodigieux qui se sont accomplis pendant le siècle qui achève de s'écouler n'ont pas été sans exercer une influence fatale sur la direction que nous avons prise ou sur celle que nous cherchons à prendre, et qui de l'un des deux écueils peut nous rejeter sur l'autre.

La fortune et la réputation des généraux de la République et de l'Empire, acquises, en apparence, d'emblée sur les champs de bataille, la légende du bâton de maréchal que tout soldat français portait dans sa giberne, le chauvinisme,

en un mot, pour l'appeler par son nom, a produit sur plusieurs générations les plus dangereuses illusions, et à la longue sur les hommes qui occupaient les postes les plus élevés, une sorte de léthargie que le réveil brutal de 1870 est seul parvenu à secouer.

En vertu de cet éternel principe de la réaction, dont il faut toujours nous défier, on est allé tout d'un coup à cette autre opinion extrême que toutes nos institutions, de la base au sommet, étaient mauvaises et que nous devions, en toutes choses, nous modeler sur les Prussiens. Par exemple, comme nos soldats étaient généralement illettrés, on n'a pas manqué de trouver là une cause d'infériorité, et l'on a poussé l'exagération jusqu'à dire que nous avions été vaincus par le maître d'école allemand. Personne, certes, n'est plus partisan que moi de la diffusion de l'instruction, à tous les degrés et dans tous les rangs de l'armée et de la société, mais, comme tous ceux qui ont regardé les choses de près et de sang-froid, je crois, j'ose le dire, je suis certain que les véritables maîtres d'école allemands qui nous ont vaincus, ce sont les hommes laborieux, prévoyants et énergiques, comme MM. de Roon et de Moltke, investis d'une grande autorité et dont la liberté d'action était garantie par les institutions politiques et militaires de leur pays.

Je ne suis pas suspect de germanisme, et je me garderais bien de conseiller à mon pays de recourir au régime prussien, mais je n'hésite pas à souhaiter que nous parvenions, par la stabilité et par le jeu régulier de nos propres institutions mieux adaptées à notre tempérament national, à acquérir l'esprit de suite uni à l'esprit d'initiative qui ont donné une si grande force à nos adversaires.

Je suis tout à fait de l'avis de l'auteur de la brochure sur l'armée française en 1879, quand il dit que nous avons été vaincus en 1870 parce que nous n'étions prêts nulle part.

Ce reproche ne pourrait nous être adressé aujourd'hui; mais dans la situation qui nous est faite, il faut nous attacher à être prêts partout, en tout et pour tout, et c'est ce qui m'a déterminé à venir vous mettre ici au courant de questions qui sont évidemment de votre compétence et qui intéressent directement ceux de nos jeunes collègues, physiciens, naturalistes, ingénieurs, que le service militaire réclame.

Ai-je besoin d'ajouter que la science, aussi bien que les arts libéraux, l'industrie, en un mot toutes les branches de l'activité humaine, ne prospèrent et ne peuvent prospérer que dans les pays qui savent garantir leur indépendance, la première et la plus sacrée des libertés et la source indispensable de toutes les autres ?

Puissent les avis que j'ai essayé de donner, ici et ailleurs, contribuer, pour une aussi faible part que ce soit, à atteindre un but vers lequel nul d'entre nous ne doit cesser de diriger ses regards et sa pensée.

M. Émile TRÉLAT

Directeur de l'École spéciale d'architecture, professeur au Conservatoire des arts et métiers.

L'HYGIÈNE DE LA MAISON D'ÉCOLE

MESSIEURS,

La maison d'école dans une nation de trente-six millions de citoyens n'est pas, comme il paraît au premier abord, un édifice de chétive importance. A la considérer isolément, elle peut paraître telle. Mais, si vous envisagez l'ensemble des établissements scolaires de l'enfance, c'est-à-dire les milliers de constructions qui abritent des millions d'enfants, vous entrevoyez immédiatement au delà de ce mot une chose vraiment monumentale. Et si vous voulez bien réfléchir, vous découvrirez vite que la maison d'école doit être le premier souci de notre tâche patriotique ; que son installation, que sa distribution, que son aménagement doivent réunir toutes les ressources que l'expérience et la science peuvent fournir pour en faire le milieu le mieux approprié au développement physique, intellectuel et moral de cette graine, qui vous donnera un jour des citoyens. Que, si de la réflexion vous montez à la conscience des choses acquises, vous gagnerez ici l'émotion des grandes responsabilités d'une génération qui a vu s'amoindrir en ses mains le vieux patrimoine, qui se doit de refaire l'atelier de civilisation légué par quinze cents ans d'efforts, et qui soigne d'un œil jaloux tout ce qui concourt au relèvement national. Comme moi, vous surveillerez avant tout la petite école, celle que doit traverser la nation entière, et qui, pour cela, devrait être parfaite. Une école parfaite, ai-je dit. Mais j'aurais mal marqué la question que je traite si, à côté de ce desideratum si légitime, j'omettais de vous montrer les difficultés qu'elle comporte.

Notre nation, Messieurs, est composée de races très variées, races qui se sont pénétrées et qui, par l'échange de leurs aptitudes respectives, ont constitué, Dieu merci ! un tempérament national très élastique et très fécond. Mais ces biens, acquis par de longs frottements et de longues luttes, ont exigé l'agrégation d'un grand territoire, c'est-à-dire la communauté de latitudes très diverses et de climats très différents. De là des conditions de vie très différentes aussi. Là où, comme à Montpellier, le soleil échauffe le sol pendant de longs mois et y emmagasine une grande quantité de chaleur, les habitations seront faciles à garantir des froids d'une courte saison d'hiver. Autre part, comme dans la Flandre ou dans les montagnes, il faudra, au contraire, s'ingénier à répandre artificiellement la chaleur dans les constructions et à l'y maintenir. Ces différences de conditions influent sur la maison d'école aussi bien que sur les habitations ; et je vous montre ici un ordre de circonstances qui peuvent singulièrement compliquer notre problème.

Il y a longtemps que la France a commencé la construction de ses maisons d'école. C'est la loi Guizot qui, en 1833, a mis en train cette grande entreprise. Mais nous sommes bien loin de posséder encore tous les établissements nécessaires. Quand on examine, d'ailleurs, l'état des installations existantes, on découvre, au moins hors des grandes villes, bien des sujets de préoccupations. Bon nombre d'écoles sont installées comme que comme, dans de vieilles constructions. Souvent les enfants y sont entassés dans les conditions les moins hygiéniques. Ici l'air fait défaut ; là, c'est la lumière. Autre part la cause d'insalubrité gît dans le voisinage. Il était temps de compléter notre appareil d'instruction primaire et d'y introduire des améliorations indispensables. Le Parlement a fait des lois et voté des fonds. Notre éminent président (1) le sait mieux que personne; car c'est sous et par son ministère qu'une des dispositions les plus importantes a été prise. Notre ministre actuel (2) s'est préoccupé de l'emploi des nouvelles ressources. Il a nommé une commission chargée de définir les dispositions générales auxquelles une installation correcte doit satisfaire. Hâtons-nous, car les Allemands ont pris une longue avance sur nous. Je me sens heureux, pour ma part, de l'occasion qui me violente et qui m'amène à traiter devant vous cette question spéciale et à faire connaître à un grand public comme le vôtre, Messieurs, les conditions générales que la salubrité, l'efficacité du fonctionnement et les convenances imposent à la maison d'école. Je suis sûr que si je parviens à vous intéresser, j'aurai fait ici de nombreuses et belles recrues à la cause des écoles. Et, pour qu'une cause aboutisse dans un pays qui se gouverne par l'opinion c'est l'opinion qu'elle doit gagner.

Il y a, Messieurs, trois conditions indispensables à remplir pour faire une bonne installation d'école en ce qui concerne sa construction. Il faut :

1° *Que le site de l'établissement soit sain ;*

2° *Que les matériaux employés dans la construction soient sains et qu'on puisse constamment les entretenir dans cet état ;*

3° *Que la classe soit propice au travail.*

Je vais essayer de faire comprendre le sens, et de montrer l'importance de ces trois conditions sur lesquelles tous les hommes compétents sont aujourd'hui d'accord.

I

Vous êtes frappés déjà, Messieurs, de la nécessité de satisfaire à la première condition. Je n'ai pour ainsi dire pas à y insister. L'emplacement sur lequel vous bâtirez une école doit être sain. Vous n'y souffrirez ni le contact, ni le voisinage d'un lieu délétère. Vous exigerez qu'aucun obstacle permanent n'arrête la circulation de l'air, ne réduise l'accès de la lumière, n'empêche la pénétration des rayons solaires, qui seront les facteurs immédiats de la salubrité nécessaire à l'édifice. Tout cela est évident, et je ne vous en parle pas pour vous convaincre. Non, je veux seulement vous prémunir contre les négli-

(1) M. Bardoux.
(2) M. Jules Ferry.

gences si fréquentes et si fatales que comportent les applications de toutes les choses simples. La précaution dont je vous parle est si évidente et si bien connue de tout le monde, que personne ne s'en préoccupe ; et quand l'occasion se présentera, chacun, sans s'en apercevoir, laissera se produire une disposition calamiteuse. Je veux aussi attirer à ce propos votre attention sur les soi-disant économies que tel ou tel conseil municipal prétend réaliser en préférant un terrain insalubre moins cher à un terrain salubre plus coûteux. Il ne faut jamais laisser la question se poser ainsi. Nous avons assez vu de ces mauvaises solutions, et les suites en sont assez fâcheuses pour que toutes les énergies du bon sens conspirent contre elles. Redisons-le : la maison d'école doit s'élever dans un emplacement sain et ne doit s'élever que là. Il faut y veiller.

II

La seconde condition vous dictera de n'employer que des « *matériaux sains et constamment entretenus dans cet état.* »

Qu'est-ce que cela veut dire ? Est-ce que les pierres qu'on apporte de la carrière ou les bois débités en forêts et séchés à couvert peuvent être considérés comme des éléments de salubrité ou d'insalubrité dans une construction ? Entendons-nous. Très généralement tous ces matériaux sont sains dans la construction aussitôt qu'ils ont été débarrassés de l'eau dont on a pu les pénétrer pour leur mise en œuvre. Mais tous ils sont, quoique à des degrés divers, susceptibles de s'imprégner de gaz et d'agents moins définis qu'on nomme des *miasmes*, lorsqu'on les enferme au contact des personnes pendant un certain temps. Quand cette pénétration s'est faite, les matériaux constituent une enveloppe malsaine pour les existences qui s'y abritent. Les murs, les planchers, les plafonds d'une pièce ne sont plus des protecteurs de la santé. Ils en sont devenus les agents destructeurs, les ennemis permanents. On ne saurait trop se préoccuper de cela dans la construction de nos écoles. Comment le peut-on faire utilement ? Je vous disais, il y a quelques instants, que tous les matériaux sont perméables aux gaz et aux miasmes, mais qu'ils le sont inégalement. Ce sera la première préoccupation à prendre de choisir ceux qui sont le moins spongieux, ou du moins de revêtir les faces internes des parois avec des matériaux susceptibles de se laisser masser sur eux-mêmes et lisser de manière à réduire les aspérités par lesquelles les miasmes sont arrêtés au passage et les intervalles particulaires par lesquels ils pénètrent. Les bois durs ou les enduits denses, recouverts de bonnes peintures à l'huile, sont des ressources qui sont déjà très efficaces, sans occasionner de trop grosses dépenses.

Mais cette précaution serait tout à fait insuffisante si on ne la complétait par un aménagement spécial. Il faut restreindre au minimum l'action infectieuse à laquelle sont soumis les matériaux des constructions scolaires. Quant une classe fonctionne, qu'elle est remplie d'écoliers, tous les gaz, tous les effluves de la vie se dégagent, voyagent à la rencontre des parois, y brisent leur marche et s'y immobilisent en partie. Si les conditions du local ne

changent pas, si les émanations vitales persistent, les parois les fixent en quantités de plus en plus grandes, et bientôt toutes les surfaces en sont revêtues sans discontinuité. Au delà de cet instant, les incessants effluves qui se présentent pressent au passage ceux qui habillent déjà les murs, et peu à peu la pénétration s'effectue. Elle est plus lente sur des matériaux durs et bien lissés; mais ce n'est déjà plus qu'une question de temps. L'infection est commencée, et avec l'infection on verra la santé des habitants s'étioler. Je viens de décrire le vilain phénomène qui se développe dans toutes les salles fermées où l'on maintient sans précaution un nombreux personnel assemblé. Il faut absolument s'occuper d'en garantir nos écoles. C'est malheureusement ce qu'on néglige trop souvent.

Veuillez vous rappeler, Messieurs, les différentes étapes que parcourt l'infection des murs. Il suffit, pour empêcher le mal d'en interrompre la continuité ou plutôt de ruiner, à mesure qu'ils se produisent, les premiers dépôts miasmatiques sur les surfaces. C'est un résultat qu'on obtient avec certitude en aérant énergiquement les salles populeuses. L'aération pourtant ne sera efficace qu'à deux conditions. Il faudra qu'elle s'exerce dès le début, après un court séjour des écoliers dans les classes, et qu'elle intervienne ensuite régulièrement entre les séjours subséquents, lesquels ne seront jamais prolongés. Il faudra, en outre, que les courants d'air soient distribués de manière à lécher toutes les surfaces intérieures. L'effet qu'on obtiendra ainsi est très facile à comprendre. Si on avait attendu que les murs fussent imprégnés de miasmes ou simplement revêtus d'une salissure continue, les plus violents courants eussent été impuissants à les laver. Mais on a agi sur les premières atteintes, alors que les gaz ou les effluves s'étaient à peine déposés par taches isolées sur les surfaces. Dans ces conditions, une aération bien ordonnée est toujours efficace. Résumons-nous : « Les parois d'une classe ne recevront pas pendant un long temps continu l'action des effluves vitaux du personnel qu'elles abritent. Cette action malfaisante sera interrompue par de fréquents courants d'air traversant la salle et frisant toutes les surfaces ambiantes. » On assurera cet important service en perçant sur deux faces opposées du local de larges baies munies de clôtures mobiles. Toutes les fois que la classe sera inoccupée, ces baies seront ouvertes; et, comme l'air extérieur n'est jamais immobile, surtout au voisinage des constructions habitées, un courant s'établira au travers de la salle et y produira l'effet voulu. Je reviendrai dans quelques instants sur ces renouvellements d'air, qui nous réservent encore d'autres effets salutaires, et je parlerai en temps convenable de l'introduction des rayons solaires dans les classes. Mais je la signale déjà comme un complément nécessaire aux garanties contre l'infection des murs.

III

J'arrive, Messieurs, à la troisième condition : « *La classe d'une école doit être propice au travail.* »

La solution qu'il faut atteindre ici est bien autrement compliquée que celles qui viennent d'être exposées. Je puis vous donner en quelques mots la mesure

de cette complication. Il me suffira de désigner chacune des ressources dont une classe devra être pourvue pour qu'elle rende le service qu'on en attend, c'est-à-dire pour que tout y concoure à mettre l'écolier dans la main du maître, pour que rien ne l'éloigne ou le distraie de son travail, pour qu'il fournisse la plus grande somme d'application, en un mot, pour qu'il se donne momentanément tout entier à l'étude. Écoutez. Si vous placiez pendant longtemps des enfants dans une classe fermée, s'ils y étaient péniblement assis, incommodément attablés, comprimés entre leurs voisins, confinés entre des murs et un plafond assez rapprochés pour les laisser manquer d'air, soumis aux effets d'une température excessive, ou faible ou forte, tourmentés dans l'exercice de leurs yeux par une lumière insuffisante ou agressive, croyez-vous qu'il serait possible à un maître de concentrer la pensée de ces enfants sur un sujet d'étude, de ravir leur attention aux nombreuses petites énergies excitées par tant de distractions pénibles ? Vous ne le croyez certainement pas. Mais ce simple énoncé vous montre combien de soins il faudra prendre pour disposer une salle d'étude. Et vous me comprendrez désormais quand je vous dirai que des écoliers ne doivent pas séjourner longtemps de suite à la classe, qu'ils ne doivent pas y être maintenus plus d'une heure ou une heure un quart sans la quitter. Mais, ce premier soin pris, il en faudra prendre bien d'autres. Les enfants auront un bon mobilier, où ils seront bien assis et bien attablés pour le travail. Chacun d'eux disposera d'un espace superficiel suffisant pour garder à sa place toute l'aisance nécessaire aux divers exercices de l'enseignement. Le cubage total de la salle lui réservera un copieux volume d'air, et cet air sera sain. La température ne s'écartera pas d'un état moyen convenable. L'éclairage du local sera abondant et tellement aménagé que les yeux s'y reposent avec sécurité sur tous les objets et qu'ils ne soient jamais ni excités, ni troublés, ni sollicités par l'introduction de la lumière.

Ces indications suffisent à montrer la complication du problème. Elles ne vous donnent pas la confiance qu'on rencontre dans la connaissance des solutions. Je vais essayer, puisque votre bienveillance m'y invite, de vous éclairer plus intimement.

Je laisse de côté la question du *mobilier* des écoles. Elle est assez minutieuse. On y discute encore sur de nombreux petits détails, et il serait difficile d'y insister ici sans fatiguer votre attention. Je donne en passant deux chiffres importants. Le défaut d'espace est général dans les anciens établissements. On n'y réservait guère que *neuf dixièmes* de mètre superficiel à chaque enfant. Les hommes compétents veulent aujourd'hui qu'on leur fournisse au moins *six cinquièmes* de mètre. Ils veulent aussi que la capacité cubique de la salle leur ménage un cube de *cinq mètres*.

Mais j'ai dit que cette capacité devait être occupée par de l'*air sain*. Un local simplement spacieux n'assurerait pas la permanence d'une pareille condition. Tant s'en faut ! Après un certain temps d'habitation de la classe, les effluves vitaux n'auront pas manqué de salir l'atmosphère et de la rendre impropre à la santé. Comment conjurerons-nous ce danger ? Rappelez-vous, Messieurs, les courants d'air que nous avons déjà ménagés dans la classe pour en assainir les murs Un double rôle leur est ici réservé. Ils vont renouveler l'atmos-

phère toutes les fois que les écoliers seront au jeu. Je ne doute pas que vous compreniez maintenant l'utilité des baies d'aérage, percées sur deux faces opposées, et la nécessité d'en tirer régulièrement parti. Nos administrations, nos municipalités devraient en imposer l'usage. Tous les instituteurs devraient élever à la hauteur d'un précepte cette règle salutaire : *Comme l'enfant et en même temps que lui, la classe doit être mise en récréation et en plein air.* Nous n'en sommes pas là, hélas ! Il y a de très nombreuses écoles où l'on n'ouvre jamais les fenêtres, et on les ouvre bien peu dans les autres.

Admettons pourtant que nous sachions ouvrir les fenêtres pendant les recréations, que chaque fois que l'écolier rentre en classe il y trouve une atmosphère nouvelle et pure, s'ensuivra-t-il qu'il y respirera jusqu'à la fin de l'air pur? Non, malheureusement. Et vous allez le comprendre, Messieurs. La classe offrira à chaque enfant 5 mètres cubes d'air disponible. Et je vous ferai remarquer en passant que cette réserve respiratoire est très luxueuse, qu'on ne saurait l'excéder sans faire des dépenses folles et sans rendre impossible le chauffage d'hiver, dont je devrai vous parler bientôt. Voici donc l'enfant à sa place avec ses 5 mètres cubes d'air pour une heure de classe. Mais l'expérience a montré que cette ration est insuffisante. Dès le milieu de la leçon, l'air sera sensiblement sali, et, à la fin, l'alimentation des poumons sera devenue misérable. On ne saurait laisser les choses dans cet état. Des courants à vitesse insensible devront être entretenus dans la salle, de manière à en renouveler l'air plusieurs fois pendant que les élèves y séjournent. Cet office sera rempli, pendant les saisons clémentes, par des vasistas convenablement disposés, et pendant l'hiver, par une alimentation d'air attiédi autour de l'appareil de chauffage.

Une classe ainsi aménagée fournira toute la salubrité désirable. Je vous prie, Messieurs, de ne pas oublier que la source capitale de cette salubrité gît dans les pleins courants d'air, qui ménagent à l'écolier rentrant en classe une atmosphère toute neuve et récemment puisée sous la calotte des cieux. Les autres dispositions sont des adjuvants nécessaires, mais ce ne sont que des adjuvants. On s'est efforcé depuis trente ans de résoudre tout autrement la question. On comptait exclusivement sur ce qu'on nomme la ventilation artificielle pour assainir les locaux scolaires. Les baies des salles restaient systématiquement closes, et l'air neuf était introduit à travers des conduits plus ou moins longs, relativement étroits, souvent malpropres et toujours sombres. Un appel de chaleur lui faisait traverser la salle et le rejetait en dehors. On a poussé très loin la science et l'habileté pratique de ces sortes d'installations. On a tout fait pour en dégager les précieux avantages qu'on voulait atteindre. L'idée qu'on servait était très simple. On croyait qu'un local rempli d'habitants était d'autant plus sain qu'on y introduisait une plus grande quantité d'air neuf, et on a fait des ventilations procurant à chaque individu la disponibilité de 10, 20, 50, 100, 200 et jusqu'à 250 mètres cubes d'air neuf par heure. En fin de compte, on n'a pas vu que ces croissantes alimentations aient proportionnellement accru la salubrité des locaux. Elles n'ont certainement pas fait taire les plaintes de ceux qui y cherchaient satisfaction. C'est que la quantité n'est pas la seule condition d'un bon aérage. Il faut s'assurer de la bonne qualité de cet aérage. Le

plein air qui pénètre immédiatement dans une pièce est sain ; celui qui traverse un long tuyau sombre avant d'entrer ne l'est plus, ou du moins il a perdu une de ses vertus salutaires. Mais il n'est pas vraisemblable, direz-vous, qu'un voyage de quelques mètres dans un canal bien clos puisse enlever à de l'air en mouvement les qualités qu'il avait au dehors ; il n'est pas possible que quelques secondes suffisent à l'en priver. — Regardez, je vous prie, avec moi l'intérieur de ce conduit. Que sont ces toiles d'araignées, ces poussières, ces petites organisations microscopiques? Qu'est-ce, sinon le résultat du passage de l'air? Et qu'est-ce que ce conduit, sinon un perfide laboratoire, où l'air agit en modifiant sa condition en même temps qu'il se souille au contact des produits qu'il engendre ? N'ayons jamais, Messieurs, que de très courts canaux d'arrivée d'air quand nous établissons une ventilation artificielle. Mais, avant tout, ouvrons le plus souvent que nous pourrons les fenêtres de nos écoles. Le mot n'est pas de moi. Il est d'une femme, d'une Anglaise de haut sens et de haut dévouement. Miss Nitthingale s'est faite, il y a vingt ans, l'apôtre de l'introduction quasi permanente du plein air dans les salles d'hôpitaux et dans les lieux d'habitation commune. On n'a pas le droit d'oublier le nom de cette femme généreuse, quand on use de son précepte et qu'on prêche la bonne aération dans les écoles.

Je m'étendrai peu sur les procédés employés pour entretenir une *température* convenable à l'école pendant l'hiver. J'ai déjà incidemment parlé de l'appareil qui produira la chaleur en vous faisant connaître la part de ventilation qu'il devra assurer. Il occupera une des extrémités de la classe. Il va de soi que sa puissance et son volume seront proportionnés à la dureté du climat et à l'étendue des surfaces de refroidissement qui entourent la salle. Mais l'ouverture des fenêtres pendant les récréations commande ici un agencement particulier. Un poêle simplement proportionné à la quantité de chaleur nécessaire pour maintenir la température à un degré convenable pendant que la salle est occupée ne suffirait pas. Entre les classes et pendant que les fenêtres sont ouvertes, le local se refroidit. Il faut promptement le réchauffer à la rentrée des élèves. On obtient ce résultat en enveloppant partiellement le poêle avec des matériaux très peu conducteurs, tels que de la terre cuite, et en disposant tout l'appareil dans une grande armoire. Pendant que les fenêtres sont ouvertes, l'armoire est fermée, et la terre cuite emmagasine de la chaleur. On ouvre, au contraire, l'armoire, aussitôt que les fenêtres sont fermées. La terre cuite se refroidit en réchauffant la pièce avant l'arrivée des élèves, et l'appareil, débarrassé de la chaleur économisée pendant la récréation, reprend son fonctionnement simple pendant le cours de l'étude.

Il me reste à vous parler de l'*éclairage* des classes. C'est un sujet que je n'aborde pas devant vous, Messieurs, avec la liberté qui me serait nécessaire. On n'y est pas d'accord en tous points sur la meilleure solution. J'y défends avec conviction des idées qui me sont personnelles et qui sont établies sur de longues études. Mais le hasard me fait à cette belle tribune des avantages de fortune que ne partageraient pas des contradicteurs qui sont mes collègues dans cette Association, et que je sais absents. Tout plein que je sois de mon sujet, je reste plus honnête homme qu'amoureux, et je délaisse une arme inégale. Je

ne plaiderai pas, j'exposerai. Et j'espère qu'en élevant assez haut les généralités de la question, je pourrai encore vous intéresser.

J'énonce d'abord les données du problème de l'éclairage des classes. Elles sont diverses.

Si l'on veut que l'effort de concentration auquel on soumet l'enfant en classe, porte ses fruits, il faut réduire au minimum la fatigue inutile de ses sens, surtout la fatigue de la vue, qui est le sens délicat entre tous ; si l'on veut qu'il travaille franchement, il faut que le milieu sur lequel il exerce sa vue soit facile à pénétrer, c'est-à-dire très clair. Tout le monde comprend cela.

Si l'on veut que l'enfant ne compromette pas le développement de sa jeune vue, n'abîme pas ses yeux à l'école, il faut lui éviter la gymnastique excessive qu'imposent aux regards occupés les locaux pauvrement éclairés. Les physiologistes ont admirablement expliqué cela depuis dix ans, et personne ne le discute.

Si l'on veut que l'enfant commence dès l'école à s'intéresser au monde des formes *et y découvre déjà ses aptitudes plastiques, il faut le mettre dans une classe où une lumière franche attaque franchement tous les objets, choses ou personnes.* Je développerai ce dernier énoncé.

Je viens de vous faire connaître les trois considérations, les trois besoins, les trois nécessités qui commandent au pédagogue et au constructeur d'installer dans les classes un excellent éclairage. Il y en a trois. On peut discuter leur importance relative. Personne ne les saurait nier.

Je veux, Messieurs, vous faire saisir toute la portée du troisième énoncé. Pour le comprendre, il faut considérablement agrandir le sujet. Il faut se rendre compte de l'effet éducateur produit sur un écolier, surtout sur un écolier français, qui aura travaillé et appliqué son attention pendant sa première enfance et pendant plusieurs heures par jour, dans un local où la lumière aura été aménagée de telle sorte que la forme de tous les objets qui l'entourent se soit constamment présentée à sa vue avec son maximum d'expression. Il faut reconnaître si ces conditions, remplies ou non remplies, agiront sur ses capacités futures. Permettez-moi d'arrêter vos esprits sur deux observations.

L'humanité est une collection d'individus très différents et très inégaux dans leurs capacités. Il n'est pas difficile de remonter aux sources de cette dissemblance, qui est la cause principale de la progression des sociétés. Ce qui fait la puissance sociale, c'est la connaissance et la possession croissante du monde. Comment l'homme entre-t-il en cette possession ? Par l'intelligence recueillant et réduisant les cinq ordres de conquêtes que nos sens lui fournissent. Nos sens, en effet, sont des explorateurs sans cesse en expédition, directe ou indirecte, lointaine ou rapprochée. Quand ces explorateurs sont vigoureux et complets, leur prise est abondante, et l'intelligence, pourvue par eux de riches matériaux, fonctionne pleinement et prend une large envergure. L'homme qui serait également sûr de ses cinq sens et qui les exercerait tous également procurerait à son intelligence un équilibre parfait, et à ses connaissances une absolue correction. Cela ne s'est peut-être jamais rencontré. En général, l'un des sens : vue, toucher, ouïe, etc., l'emporte ou défaille, et l'on a des tempéraments intellectuels qui se désharmonisent et qui prennent des accents singuliers et

souvent excessifs. On connaît cependant des races ou des peuples qui ont eu le privilège d'une grande prépondérance intellectuelle et qui ont marqué leurs œuvres d'un puissant trait d'originalité. C'est ainsi que les Grecs, et les Athéniens surtout, ont été par excellence un peuple plasticien, anxieux de la forme, la connaissant et la cultivant avec un art sans pareil. Il ne faut pas douter que la petite société athénienne était composée d'hommes génériquement pourvus de sens solides et complets ; mais chez eux la vue, qui est le sens de la forme, l'emportait sensiblement sur les autres en force, en acuité et en finesse.

Aucun peuple n'a égalé les Grecs dans les arts de la forme. Mais le Français est celui qui s'en approche le plus. Cette similitude de tempérament, cette disposition spéciale des sens, cette prédominance de la vue chez les Français, sont une richesse nationale, un fonds patriotique qu'il faut constater, apprécier et ne jamais négliger. C'est à cela, Messieurs, qu'aboutit la première partie de ma digression.

Voici la seconde. Un *sens* bien entier, bien amené par la nature, et tout prêt à l'éducation, peut s'abîmer s'il est mal exercé. A l'inverse, il peut s'accroître et prospérer si on l'exerce dans de bonnes conditions. J'applique immédiatement cela au sens de la vue qui doit tant nous préoccuper.

Comment exercer efficacement ce sens de la vue? comment l'amener à fonctionner de façon à gagner non seulement l'habitude vulgaire de connaître les choses, mais aussi l'habitude déjà supérieure d'en apprécier les formes? Comment faire pour que sa portée ne s'arrête pas à la première étape ? L'éducation est la même pour tous les sens. Quand vous voulez développer les capacités du sens du toucher, vous soumettez le corps et toutes les parties du corps à des exercices simplifiés, méthodiques et coordonnés. Quand vous voulez développer les capacités de l'ouïe, vous l'exercez au milieu de sons mesurés et rythmés. Si nous voulons développer les capacités plastiques de la vue, nous l'exercerons au milieu d'éclairages simplifiés et jamais contrariés.

J'ai marqué, Messieurs, le sens et l'importance de la troisième utilité des bons éclairages des classes. Ils doivent être non seulement limpides pour aider le travail, abondants pour conserver les yeux, mais ordonnés pour favoriser l'exercice de la vue dans le sens de son éducation plastique. J'aurai parfait ma tâche lorsque je vous aurai fait connaître les deux solutions qui sont en présence.

Il y a une première solution, c'est celle que défendent mes honorables contradicteurs. Ils ne se préoccupent pas de la troisième condition. Ils la laissent en oubli, et comme il ne s'agit pour eux que de jeter dans les classes une quantité de lumière abondante pour que le milieu soit clair, ils se contentent de vitrer les ouvertures opposées qui servent à l'aérage de la classe. De cette façon le jour est alimenté par deux sources lumineuses et les rayons d'éclairage se croisent au milieu des élèves en les attaquant de droite et de gauche. C'est ce qu'on nomme le jour bilatéral.

Il y a la seconde solution; c'est celle que je défends. Nous nous y préoccupons autant que nos adversaires de verser un jour abondant dans la classe; car nous apprécions l'importance capitale des deux premières nécessités: faci-

lité de travail, santé de l'œil. Mais nous voulons satisfaire à la troisième: constitution d'un milieu favorable à la lecture des formes. Cette visée commande non seulement la quantité de la lumière, mais aussi la *qualité de l'éclairage.* Cette qualité sera obtenue ici par l'unité d'action de la lumière, afin que la forme des objets ne soit pas troublée par un enchevêtrement de clairs et d'ombres inverses, conséquence forcée des lumières croisées. Il faudra donc supprimer les jours opposés et n'avoir plus qu'une face d'éclairage. Cette face d'éclairage sera assez développée en hauteur pour que la lumière plonge dans les parties les plus profondes de la classe et en aussi grande quantité que celle qu'on introduisait dans la classe à deux jours. Cela implique, relativement à la profondeur des classes, une hauteur sous plafond plus grande que dans la première solution. Cet éclairage, qui donne de très beaux résultats dans l'application, prend, par opposition au premier, le nom d'éclairage unilatéral. Il va sans dire que l'*unité* de la face d'eclairage ne supprime pas la dualité des faces d'aération. Les baies qui sont opposées à celles du jour sont closes par des volets pleins qui ne s'ouvrent que dans les récréations pour assurer le renouvellement de l'air et l'introduction du soleil.

Vous voyez les deux systèmes. Ils s'opposent par leur disposition aussi bien que par leurs noms. Il y aurait beaucoup à dire sur ce sujet, et l'on a déjà beaucoup dit et beaucoup écrit. Je vous ai annoncé que je ne plaiderais pas ici. Je resterai dans les généralités d'une simple exposition.

En terminant, toutefois, permettez-moi de déposer dans vos esprits et de recommander à vos réflexions patriotiques ce trésor certain, mais trop souvent caché, qui est dans nos écoles françaises, ici ou là, dans cet enfant ou dans cet autre, ce trésor qui est l'embryon d'un futur grand peintre ou d'un futur grand statuaire, ou d'un futur grand architecte. Il y est un peu partout. Prenez garde de le laisser échapper dans les veules et muettes clartés des éclairages compliqués.

Je ne sais vraiment pas retenir ces pensées quand je songe aux ressorts artistiques de mon pays; quand je me reporte aux émotions si salutaires que nous avons recueillies depuis huit ans dans l'œuvre de notre statuaire. En face de pareilles splendeurs, comment ne pas surveiller de près nos aptitudes plasticiennes? N'en doutons pas ; c'est un devoir sacré!

Voilà, Messieurs, l'hygiène de la maison d'école, telle qu'elle m'apparaît dans son large cadre, et je vous ai dit tout ce que je pouvais vous en dire dans les limites de la consigne si inattendue, qui m'a été donnée.

M. Frédéric PASSY

Membre de l'Institut.

DE LA BALANCE DU COMMERCE ET DU VÉRITABLE ROLE DES MÉTAUX PRÉCIEUX DANS LES ÉCHANGES INTERNATIONAUX.

SÉANCES DE SECTIONS

1er Groupe

SCIENCES MATHÉMATIQUES

1re & 2me Sections

MATHÉMATIQUES, ASTRONOMIE, GÉODÉSIE ET MÉCANIQUE

PRÉSIDENT D'HONNEUR. . . . . M. ALEXEEFF, Professeur à l'Université de Moscou.
PRÉSIDENT . . . . . M. LAISANT, Ancien élève de l'École Polytechnique, Docteur ès sciences mathématiques, Député de la Loire-Infér-
VICE-PRÉSIDENT. . . . . M. DARBOUX, Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris.
SECRÉTAIRES. . . . . MM. LUCAS (Ed.), Professeur au Lycée Charlemagne.
PICQUET, Capitaine du génie, Répétiteur à l'École Polytechnique.

M. LAISANT

Député de la Loire-Inférieure, Docteur ès sciences mathématiques.

DISCOURS D'OUVERTURE.

— *Séance du 29 août 1879.* —

MESSIEURS,

Lorsqu'une Société littéraire, scientifique ou artistique appelle l'un de ses membres à l'honneur de diriger temporairement ses travaux, elle s'attache d'ordinaire à choisir un homme éminent, connu par ses pro-

ductions antérieures, et dont la célébrité puisse ajouter à l'éclat de la Société elle-même. Du même coup, on rend ainsi au talent un légitime nommage, en mettant à la première place les plus dignes et les plus distingués.

Il est possible de s'inspirer aussi de considérations différentes; et, pour appeler à la présidence, successivement, le plus grand nombre de membres, il arrive alors qu'on ne réclame parfois de celui auquel on confie cet honneur qu'une condition exclusive : la bonne volonté.

Jusqu'à l'année dernière, les sections réunies de mathématiques de l'Association française pour l'avancement des sciences avaient constamment suivi la première méthode. Pour le montrer il me suffira de vous remettre sous les yeux les noms des présidents de ces sections dans les sept Congrès tenus depuis 1872 jusqu'à 1878; ce furent successivement MM. Valat, Laussedat, Catalan, Mannheim, Bréguet, Catalan, Collignon. Il n'est pas inutile non plus de rappeler que M. Sylvester fut notre président d'honneur en 1874 et en 1877, aux Congrès de Lille et du Havre, et M. Tchebichef aux Congrès de Clermont-Ferrand et de Paris en 1875 et en 1878.

A ce Congrès de Paris, vous vous êtes départis, Messieurs, de cette tradition jusqu'alors respectée, lorsque vous avez porté vos voix sur celui qui a l'honneur d'ouvrir aujourd'hui vos travaux, alors que ses titres scientifiques se résumaient en si peu de chose, et que j'apercevais autour de moi tant d'hommes éminents.

Je ne me suis pas cru en droit, cependant, de décliner un tel honneur, parce que j'ai vu surtout chez vous l'intention de récompenser en moi l'amour ardent et profond de la science, mérite que je me permets de m'attribuer sans la moindre modestie. Toutefois, je ne pouvais accepter les fonctions que vous jugiez bon de me confier, sans vous payer, autrement qu'en paroles, la dette de reconnaissance à laquelle vous aviez droit. C'était à mes yeux un devoir absolu. Diriger tous mes efforts dans le sens de la plus complète réussite de nos travaux, au présent Congrès, ne pouvait suffire.

Il m'a semblé qu'il y avait une autre œuvre utile à faire, une sorte de lacune à combler, et, peut-être, un bon exemple à donner à nos successeurs, en essayant de faire l'historique de nos travaux depuis la fondation de l'Association jusqu'au Congrès de Paris, inclusivement.

C'est ce travail que je dépose aujourd'hui sur votre bureau, sans me faire aucune illusion sur la valeur vraie qu'il présente, mais avec la conscience qu'il pourra être consulté avec quelque fruit, et qu'il servira tout au moins à faciliter les recherches, lorsque l'on voudra étudier nos comptes rendus dans l'avenir.

Si désormais, soit chaque année, soit tous les deux ans, on prend le

parti de continuer cette sorte d'inventaire, il y aura là une besogne assez simple, puisqu'elle ne portera que sur deux sessions tout au plus, et on pourra poursuivre cette œuvre sans aucune peine. La réunion de toutes ces notices donnera, à un moment quelconque, l'histoire complète des mathématiques dans l'Association française.

Pour mon compte, dans cet historique de nos sept premières années, je me suis attaché à la précision et à la fidélité, beaucoup plus qu'à l'élégance. Il vous appartient de porter un jugement sur ce travail qui n'a d'autre prétention que celle d'être utile ; mais vous me permettrez seulement d'appeler votre attention sur quelques remarques générales qui se dégagent de l'examen de nos travaux antérieurs.

La première, c'est que la contribution relative des sciences mathématiques aux travaux de l'Association française n'a pas cessé de s'accroître d'année en année.

En second lieu, il est à observer que depuis ces dernières années surtout, aucune des découvertes importantes, aucune des questions traitées dans les recueils spéciaux et agitées d'une manière un peu générale, soit en France, soit à l'étranger, n'est restée en dehors de nos études.

Par contre, plusieurs questions originales ont pris naissance dans l'Association française et se sont ensuite développées et accrues en passant dans d'autres milieux.

A tous ces points de vue, nous pouvons donc nous rendre cette justice, que nous avons contribué, pour notre part, à l'*avancement des sciences*, justifiant ainsi le titre de notre Association. Il n'en pouvait être autrement. C'est que nos réunions ont toujours eu un caractère bien spécial qui nous distingue des autres Sociétés scientifiques, et qui est propre à favoriser les progrès de la science. A côté des illustrations mathématiques les plus élevées de la France et du monde entier, nous n'avons pas cessé de voir, grâce à notre organisation large et libérale, des savants obscurs ou modestes, des jeunes gens, parfois de simples élèves, venant tous au même titre, et heureux de s'instruire en écoutant leurs éminents collègues.

Cette réunion amicale des jeunes et des hommes d'expérience, des élèves et des maîtres, des illustres et des ignorés, toujours cordiale et bienveillante d'un côté, respectueuse de l'autre, a quelque chose de touchant; elle est de nature à provoquer de plus en plus une noble et productive émulation.

Félicitons-nous donc, Messieurs; nous sommes dans une bonne voie; le Congrès de Montpellier, — tout jusqu'à présent nous permet de l'espérer, — ne le cédera en rien à ses aînés, pour ce qui concerne les sciences mathématiques et astronomiques.

Et maintenant, mettons-nous à l'œuvre, non sans avoir préalablement remercié, — je suis sûr, en le faisant, d'être votre véritable interprète, — mon prédécesseur, M. Collignon, qui a dirigé d'une manière si distinguée nos travaux du Congrès de Paris, et les autres membres du bureau, c'est-à-dire MM. Catalan, vice-président, Édouard Lucas et Picquet, secrétaires, pour le zèle et l'intelligence qu'ils n'ont cessé d'apporter dans l'accomplissement de leur tâche.

NOTICE HISTORIQUE

SUR LES TRAVAUX DES PREMIÈRE ET DEUXIÈME SECTIONS JUSQU'EN 1878 INCLUSIVEMENT.

I

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — CALCUL DES PROBABILITÉS. — THÉORIE DES NOMBRES.

1872

Les travaux mathématiques de l'*Association française pour l'avancement des sciences* s'ouvraient en 1872, au Congrès de Bordeaux, par une communication de M. Catalan ayant pour titre : *Nouvelle formule d'intérêt composé*. D'après M. Catalan, la formule $A = a\,(1 + r)^n$, conséquence nécessaire de l'intérêt proportionnel au temps, conduit à des conséquences pour ainsi dire absurdes et anti-sociales. D'un autre côté, il est admis que si l'on paie l'intérêt simple, on doit toujours le capital. De cet axiome résultent les rentes perpétuelles, l'accumulation des capitaux dans quelques mains, etc.

M. Catalan s'est proposé de remplacer la formule ci-dessus par une autre, qui ne présente pas les mêmes inconvénients, et qui néanmoins s'accorde sensiblement avec la première, tant que n ne dépasse pas la durée ordinaire des contrats : 40 à 50 ans, 100 ans au maximum. Après quelques tâtonnements, il a trouvé, comme solution de ce problème indéterminé :

$$A = a + pa\left[e - \left(1 + \frac{n}{100}\right)^{\frac{100}{n}}\right]$$

p étant un nombre entier constant, dont la valeur est fixée suivant les conventions.

Cette formule est certainement digne d'attention au point de vue théorique, que l'on partage ou non l'opinion de M. Catalan sur le principe même de l'intérêt.

1874

En 1874, à Lille, M. CATALAN communiquait une note *Sur la méthode des moindres carrés,* dont la minute a été malheureusement détruite dans l'incendie de l'imprimerie Danel. La plupart des résultats obtenus sont reproduits dans le mémoire intitulé : *Remarques sur la théorie des moindres carrés* (Académie de Belgique, 1878). On y trouve spécialement ce théorème : *Si la somme des carrés des erreurs véritables est un minimum, la somme des carrés des erreurs virtuelles est aussi un minimum.* Cela n'est pas évident *a priori*, les erreurs virtuelles étant données, en fonction des erreurs véritables, par des relations de la forme

$$w_1 = a\,w' - a'\,w, \quad w'_1 = a\,w'' - a''\,w, \quad w''_1 = a'\,w'' - a''\,w', \ldots$$

A Lille, également, M. BROCH, le savant professeur de l'université de Christiania, présente un travail *Sur la représentation graphique des nombres complexes.* On appelle ainsi les quantités de la forme $a + b\,i$, a et b étant des nombres entiers réels. En convenant de les représenter par les carrés d'un quadrillage, d'après une règle analogue à celle de la représentation des quantités complexes quelconques, il est possible de mettre en relief, d'une manière frappante, quelques-unes des propriétés de ces nombres. C'est ce qu'a fait M. Thiele, de Copenhague. M. Broch s'est surtout attaché à la représentation, au moyen de cette méthode, des résidus quadratiques suivant des modules quelconques; il a joint à sa communication un certain nombre de tableaux qui présentent des dessins mosaïques fort curieux, traduction des résidus quadratiques relatifs aux modules

$$1 + i,\ 2 + i,\ 3 + 2\,i,\ 4 + i,\ 5 + 2\,i,\ 5 + 4\,i,\ 6 + i, \text{ etc.}$$

Dans cette voie, il y aurait encore des recherches intéressantes à faire, et la théorie des nombres y trouverait sans doute des ressources précieuses. Il doit y avoir un lien, curieux à étudier, entre ces propriétés des nombres complexes et les lois de la géométrie des quinconces.

Dans la même session, M. LAPORTE, de Bordeaux, a fait une communication *Sur les méthodes probables de Fermat*, en essayant de se pénétrer des sujets familiers à l'illustre géomètre, et des conceptions géométriques ou concrètes des anciens; mais c'est là une question sur laquelle plane toujours un certain mystère, et qu'il semble difficile de résoudre en dehors de la découverte de documents nouveaux, surtout en ce qui concerne le célèbre théorème, objet des recherches infructueuses de tant de géomètres : *L'équation* $x^n + y^n = z^n$ *est impossible en nombres entiers.*

1875

Au Congrès de Nantes, M. LAISANT a communiqué une note ayant pour titre : *Calcul du produit de tous les sinus du premier quadrant, de degré en degré.* Ce produit a pour valeur $\frac{3}{2}\,\frac{\sqrt{10}}{4^{44}}$.

Les comptes rendus de ce Congrès de 1875 contiennent un mémoire de M. Ed. Collignon, reproduisant sa communication *Sur la résolution des équations numériques*. La méthode consiste essentiellement à mettre l'équation proposée sous une forme qui contribue à augmenter les accidents de la fonction entre les limites où sont comprises les racines.

On arrive ainsi à augmenter de beaucoup la valeur pratique des procédés graphiques utilisés ordinairement pour la recherche des racines. La séparation se fait simplement, rapidement dans beaucoup de cas ; elle n'exige que quelques calculs et de petits croquis à main levée.

L'intéressant mémoire de M. Collignon se termine par l'indication de tableaux graphiques, construits une fois pour toutes, et permettant de résoudre les équations du troisième et du quatrième degré, au lieu d'obliger à la construction d'une épure spéciale pour chaque cas particulier.

1876

C'est à partir du Congrès de Clermont-Ferrand que les communications sur l'analyse algébrique deviennent de plus en plus nombreuses. M. Edouard Lucas, le jeune géomètre bien connu pour ses belles recherches sur la théorie des nombres, fait dans cette session une communication *Sur la recherche des grands nombres premiers*.

Le mémoire de M. Lucas a pour objet l'étude de la décomposition ou de l'irréductibilité des grands nombres en facteurs premiers. On sait que ce problème est considéré comme l'un des plus importants, des plus utiles, et en même temps, des plus difficiles, dans l'arithmétique transcendante (*). Les nouvelles méthodes reposent sur une idée fondamentale, l'étude des fonctions symétriques des racines d'une équation de degré quelconque à coefficients commensurables, et sur la réciprocité d'un théorème de Fermat, qui sert de base à l'arithmétique moderne. Si l'on désigne par a un nombre quelconque, non divisible par le nombre premier p, le nombre $a^{p-1} - 1$, est un multiple de p ; mais la réciproque de ce théorème n'a pas lieu nécessairement. Cependant, on peut énoncer la proposition suivante : Si $a^x - 1$ est divisible par p, pour $x=p-1$ et n'est pas divisible par p, lorsque x est un diviseur de $p-1$, on peut affirmer que le nombre p est premier. Cette proposition n'est qu'un cas très particulier du théorème fondamental de la nouvelle théorie, puisque l'on peut, comme M. Lucas l'a prouvé dans un très grand nombre de cas, remplacer le nombre entier a, par un nombre complexe (**). Mais la méthode qui résulte de l'application est opposée pour ainsi dire, aux anciennes méthodes.

(*) Problema numeros primos ac compositos dignoscendi, hosque in factores suos primos resolvendi, ad gravissima ac utilissima totius arithmeticæ pertinere. — Gauss. *Disquisitiones arithmeticæ*, n° 329.)

(**) E. Lucas : *Recherches sur plusieurs ouvrages de Léonard de Pise*, 120 p., in-4°. Rome 1877, pag. 26 et suiv. — *Sur la théorie des nombres premiers*. Extrait des Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences de Turin. Turin 1877. — *Théorie des Fonctions numériques simplement périodiques. From the American Journal of Mathematics*, 150 pag. in-4°. Baltimore, 1878, § 27.

Dans celle d'Euler, par exemple, on divise le nombre, supposé premier, par des nombres toujours inférieurs et différents, et c'est l'insuccès de la division exacte, qui conduit à affirmer que le nombre essayé est premier. Dans la méthode de M. Lucas, les divers essais consistent dans la division des nombres, d'un calcul facile, par un même diviseur, le nombre donné. Par conséquent, d'une part, on n'a pas besoin de se servir d'une table des nombres premiers; d'autre part, dans le cas d'un nombre premier, le résultat se trouve affranchi de l'incertitude des calculs numériques. De plus, la division se trouve nécessairement supprimée, puisqu'il suffit de calculer préalablement les dix premiers multiples du diviseur constant. M. Lucas en a déduit aussi le plan d'une machine automatique qui permettrait de trouver de très grands nombres premiers.

Dans une seconde communication ayant pour titre *Démonstration d'un théorème de Lejeune-Dirichlet*, M. Lucas donne l'application des théorèmes qui précèdent à la démonstration élémentaire d'un grand nombre de cas particuliers du théorème suivant : « Toute progression arithmétique dans laquelle » un terme quelconque est premier avec la raison, renferme une infinité de » nombres premiers. » Nous devons dire que l'idée principale du procédé démonstratif est due à M. Genocchi; cependant les résultats obtenus sur ce sujet n'ont pas encore été publiés.

Enfin, au même Congrès, M. E. Lucas a présenté une troisième communication, sur la *Théorie des nombres de Bernoulli*. A l'aide d'une légère modification dans la représentation des nombres de Bernoulli, l'auteur indique, sous forme symbolique, un grand nombre de formules qui peuvent servir aux calculs de ces coefficients qui sont, comme on le sait, fort importants dans les développements en séries des fonctions trigonométriques et exponentielles. Ces recherches ont été publiées dans les *Annali di matematica*, (Milan, 1877), dans la *Nouvelle Correspondance mathématique*, et dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*.

En se servant des résultats obtenus dans les congruences du triangle arithmétique suivant un module premier ou composé, M. Lucas est parvenu à démontrer ce théorème général que les résidus des coefficients différentiels des fonctions rationnelles de e^x, $\sin x$, $\cos x$, suivant un module premier, se reproduisent périodiquement, comme les résidus des puissances. Cette étude est relative à de nouvelles investigations sur le dernier théorème de Fermat, dans la voie tracée par MM. Kummer, Kronecker et Genocchi.

De M. Tchebichef, le célèbre géomètre russe, qui nous a fait l'honneur de prendre part à plusieurs de nos Congrès, nous avons une communication *Sur la généralisation de la formule de M. Catalan, et sur une formule arithmétique qui en résulte*. La formule dont il est ici question consiste dans l'identité remarquable :

$$1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \ldots - \frac{1}{2n} = \frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+2} + \ldots + \frac{1}{2n}.$$

M. Tchebichef la généralise en remplaçant les numérateurs par les termes d'une série quelconque ; il en fait ensuite une application, qui le conduit à un développement fort remarquable d'une transcendante contenant le logarithme de 2 et le carré du rapport de la circonférence au diamètre.

Dans une communication intitulée : *Théorèmes sur les opérations et les symboles*, M. Jules Grolous a présenté des considérations générales, dont l'idée première avait été indiquée à la Société philomathique le 22 décembre 1875, et sur lesquelles on peut aussi consulter le journal *l'Institut* de la même date. M. Grolous désigne par le symbole D, et par l'expression *dérivée*, une opération quelconque. Il indique ensuite les conditions auxquelles doit satisfaire une dérivée d'ordre quelconque, étudie les propriétés générales essentielles des opérations, établit des formules présentant des analogies avec celles de Taylor et de Maclaurin. L'auteur s'est inspiré des idées de Robert Carmichaël sur ce sujet, qui est digne d'attention surtout au point de vue philosophique.

M. Baehr, professeur à l'École polytechnique de Delft, communique une *Note relative au calcul des logarithmes de Briggs*. On lit, dans plusieurs traités, que Briggs s'est d'abord servi de la méthode des extractions successives des racines carrées du nombre dont il voulait le logarithme. Or, sur une page détachée d'un livre anglais (dont il n'a pu savoir le titre), M. Baehr a lu que le premier logarithme calculé par Briggs était celui de 2, et qu'il en avait fait le calcul en déterminant, sans exécuter les multiplications, le nombre des chiffres que contiendrait 2 élevé aux puissances 1, 2, 4, 8,... 10, 20, 40, 80,... 100, 200, 400, 800.... Ainsi 2 élevé à la puissance 1,000,000,000 serait un nombre de 30,102,996 chiffres. Ce dernier nombre, divisé par l'exposant, lui donnait log 2. On a, en effet, log 2 = 0,30103000.

1877

A la première séance du Congrès de 1877, au Havre, M. Piarron de Mondésir présente un intéressant mémoire *Sur les nombres premiers*. Il s'agit ici d'une formule permettant de calculer *a priori* et *exactement* le nombre des nombres premiers contenus entre zéro et un nombre pair quelconque 2N. La formule est basée sur une notation qui exprime, soit en plus, soit en moins, le nombre entier qui se rapproche le plus du quotient du nombre quelconque N par un nombre premier, ou par le produit de plusieurs nombres premiers. La formule peut être transformée dans le but de simplifier les calculs. M. de Mondésir a pu ainsi aborder le calcul du nombre total des nombres premiers compris dans le premier million, nombre qu'il a trouvé égal à 78,490.

Le même auteur communique aussi une note *Sur une nouvelle formule algébrique*. Cette formule peut être considérée comme la généralisation du binôme de Newton. Il l'a employée pour démontrer la belle formule de Waring, qui

n'avait pas été démontrée analytiquement, même par son auteur. (Voir les *Meditationes algebraicæ*, de Waring, Cambridge, 1770).

Enfin, dans la même session, M. de Mondésir fait une communication *Sur la résolution de l'équation trinôme de degré impair* $x^m \pm x = r$, *au moyen d'un nouveau signe algébrique.*

M. Catalan, dans une communication *Sur la somme des diviseurs d'un nombre n*, examine les conséquences d'un théorème de M. Halphen, présenté à la Société mathématique. Il montre qu'il est facile de tirer de là d'autres propositions, analogues au célèbre théorème d'Euler. Par exemple, $\psi(n)$ représentant le nombre des décompositions de n en parties entières, positives, égales ou inégales, M. Catalan établit que la somme des diviseurs de n a pour expression

$$\psi(n-1) + 2\psi(n-2) - 5\psi(n-5) - 7\psi(n-7) + 12\psi(n-12) + \ldots$$

Au même congrès, M. Émile Lemoine présente un travail *Sur quelques questions de probabilités*, où se trouvent résolues des questions originales se rapportant au calcul des probabilités; elles nous paraissent avoir pour point de départ le problème suivant, traité par lui, en 1873 (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. I), et généralisé successivement par M. Halphen et par M. Jordan (même recueil). « Une barre jetée en l'air se casse en » trois morceaux; quelle est la probabilité pour que ces trois morceaux » puissent former un triangle? » Nous signalerons parmi les questions résolues, dans cette communication, les quatre suivantes :

1° Avec l'énoncé précédemment cité, on demande la probabilité pour que le triangle soit rectangle.

2° On prend au hasard deux points à l'intérieur d'une sphère; quelle est la probabilité pour que leur distance ne surpasse pas une longueur donnée?

3° On prend au hasard trois points sur une circonférence; quelle est la probabilité pour que le triangle formé par ces trois points soit acutangle?

4° On prend au hasard n points sur une circonférence; quelle est la probabilité pour que ces n points soient tous du même côté d'un diamètre non donné préalablement?

De M. Ed. Lucas, nous avons des *Considérations nouvelles sur la théorie des nombres premiers, et sur la division géométrique de la circonférence en parties égales.* C'est la suite des communications faites par l'auteur au congrès de Clermont; on y trouve de nouveaux développements sur la division géométrique de la circonférence en parties égales, et l'interprétation d'un passage des œuvres de Mersenne; on y rencontre aussi quelques nouveaux théorèmes semblables à celui de Wilson, pour la recherche des grands nombres premiers. Ce mémoire débute par un résumé historique des recherches antérieures, dans lequel on remarquera la différence des méthodes employées; elles reposent

soit sur la considération des progressions arithmétiques, soit sur celle des progressions géométriques.

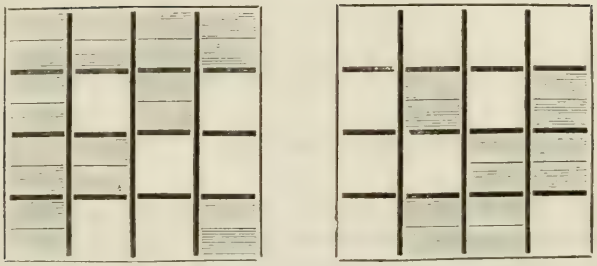
Le même auteur fait une communication *Sur le calcul rapide des fractions continues*. Depuis la publication de ses formules, M. Alexeef a montré, dans une communication à la Société mathématique, que les formules obtenues par l'auteur peuvent se déduire en partie de la méthode suivante, pour l'extraction des racines carrées. Soit N un nombre quelconque; on le décompose en deux facteurs a et b, dont on prend les moyennes arithmétique et harmonique, a_1 et b_1; on a $a\ b = a_1\ b_1 = N$; on opère sur a_1 et b_1 comme sur a et b et ainsi de suite. Les nombres a_n et b_n convergent avec une très grande rapidité vers $\sqrt{N}$. Il paraît fort probable que c'était là le procédé d'extraction des racines carrées employé par les auteurs indiens, et par Archimède, car si l'on fait l'application de ce procédé aux exemples numériques qu'ils nous ont laissés, on retrouve les mêmes résultats. M. Lucas a déduit de ce procédé une nouvelle méthode pour décomposer les nombres en facteurs, tout aussi bien que pour reconnaître la non décomposition des nombres premiers.

M. Lucas communique enfin des considérations très intéressantes *Sur l'échiquier anallagmatique de M. Sylvester*. Il fait remarquer l'analogie qui existe entre *l'échiquier anallagmatique de M. Sylvester* et les formules qui donnent la décomposition du produit des sommes de 2^n carrés. Voici un nouveau procédé pour construire les échiquiers anallagmatiques de 2^n cases de côté, qui nous paraît fort simple. L'échiquier anallagmatique est un carré formé de cases noires et blanches, en nombre égal ou inégal, de telle sorte que pour deux lignes ou deux colonnes quelconques, le nombre de variations de couleurs est toujours égal au nombre des permanences. On a les deux échiquiers *complémentaires* de deux cases de côté :

A = B =

Avec ces deux échiquiers A et B, on formera de même les échiquiers suivants, *complémentaires*, de quatre cases de côté :

c'est-à-dire



Si, dans la figure précédente, on remplace A et B par les échiquiers que nous venons d'obtenir, on obtient les échiquiers *complémentaires* de huit cases de côté ; et ainsi de suite. D'ailleurs il est évident que l'on peut déduire d'un échiquier anallagmatique un grand nombre d'autres : 1° par la permutation des colonnes et des lignes ; 2° par le changement des couleurs des cases d'une ligne ou d'une colonne quelconque.

M. Sylvester, nommé président d'honneur des première et deuxième sections pendant ce congrès de 1877, fait une communication ayant pour titre : *Application de la nouvelle méthode pour trouver les dérivées invariantives irréductibles*. Il compare la méthode et les résultats auxquels elle conduit avec ceux qui ont été obtenus par M. Gordan, professeur à l'Université de Göttingen.

Dans une seconde communication *Sur le théorème de Bring*, l'éminent géomètre anglais apporte un perfectionnement à ce théorème, attribué à tort à Jerrard. Il démontre que l'on peut ramener l'équation complète du cinquième degré à la forme trinôme $x^5 + px + q = 0$ au moyen de substitutions *toujours réelles*.

Dans une note : *Théorème d'arithmétique sur la somme des inverses des puissances semblables des nombres premiers*, M. J.-W.-L. Glaisher, applique un théorème de Möbius, publié dans le *Journal de Crelle* (t. IX, p. 105), et démontre la formule suivante :

$$\Sigma_n = l\,S_n - \frac{1}{2} l\,S_{2n} - \frac{1}{3} l\,S_{3n} - \frac{1}{5}\,l\,S_{5n} - \frac{1}{6} l\,S_{6n} - \frac{1}{7} l\,S_{7n} + \ldots,$$

S_n ayant pour expressions $1 + \frac{1}{2^n} + \frac{1}{3^n} + \frac{1}{4^n} + \ldots$ et Σ_n étant égal à $\frac{1}{2^n} + \frac{1}{3^n} + \frac{1}{5^n} + \frac{1}{7^n} + \frac{1}{11^n} + \ldots$

Le même auteur fait une communication *Sur un déterminant*, dans laquelle

il étudie des transformations fort intéressantes, où figurent les racines $n^{\text{èmes}}$ de l'unité, et qui sont une généralisation de l'identité

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ b & c & a \\ c & a & b \end{vmatrix} = (a + b + c)\,(a + \omega_1 b + \omega_1^2 c)\,(a + \omega_2 b + \omega_2^2 c),$$

1, ω_1, ω_2, étant les racines cubiques de l'unité.

Enfin, dans une troisième communication, M. Glaisher donne plusieurs applications intéressantes de ce *Théorème de Trigonométrie* : « L'argument d'un » produit de plusieurs facteurs imaginaires est égal à la somme des argu- » ments de ces facteurs. »

M. Pesquet présente des considérations *Sur le système de* n *équations du premier degré à* n *inconnues.*

Dans cette communication, l'auteur a pour but de déterminer le nombre des conditions distinctes auxquelles sont assujettis les coefficients d'un système de n équations du premier degré à n inconnues, dans les divers cas d'incompatibilité et d'indétermination, dont la discussion est si bien résumée par l'élégant théorème de M. Rouché. Il arrive à ce résultat que ces divers nombres de conditions, rangés par ordre de grandeurs croissantes, donnent lieu à la série

$$1^2,\ 1.2,\ 2^2,\ 2.3,\ 3^2,\ 3.4,\ \ldots\ldots\ (n-1)^2,\ (n-1)\,n,\ n^2,$$

les carrés correspondant aux incompatibilités, et les produits aux indéterminations des divers ordres.

Dans une *Note sur la convergence des séries*, M. Jules Grolous démontre que si $\varphi''(n)$ tend vers une limite différente de 0 lorsque n augmente indéfiniment, la série dont le terme général a pour expression $\frac{1}{\varphi(n)}$ est convergente.

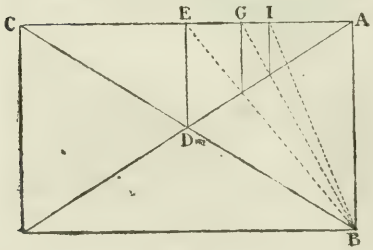


Fig. 1.

Sous le titre *Figuration des inverses des nombres entiers et des inverses des produits des deux nombres entiers consécutifs*, M. Baehr communique, vers la fin de la session une remarque très élémentaire, mais très intéressante cependant, dont le titre seul se trouve dans les comptes rendus, et que la figure fera comprendre immédiatement.

$$AB = 1,\ AC = 2,\ DE = \frac{1}{2},\ FG = \frac{1}{3},\ HI = \frac{1}{4}.$$

Généralement, $FG = \frac{1}{n}$, $HI = \frac{1}{n+1}$, $GI = \frac{2}{n(n+1)}$.

$$\sum_{1}^{\infty} \frac{2}{n(n+1)} = CE + EG + GI + \ldots = 2.$$

1878

Au Congrès de Paris, M. Catalan présente des considérations sur la *Théorie des moindres carrés*, qui se rattachent à celles dont nous avons parlé précédemment à propos du Congrès de 1874, et où se trouvent résumés ses plus récents travaux sur ce sujet, travaux publiés dans les mémoires de l'Académie royale des sciences de Belgique.

M. de Jonquières, le savant bien connu par ses remarquables travaux de géométrie pure, a collaboré aux travaux du Congrès de Paris, par une communication bien intéressante sur la théorie des nombres, intitulée : *De la représentation des nombres par des formes quadratiques binaires. Application à l'analyse indéterminée.*

M. de Jonquières se propose deux objets distincts :

1° Faire connaître deux formules générales qui permettent d'écrire *immédiatement* toutes les décompositions *propres* du carré d'un nombre donné N, et de ce nombre lui-même, en une somme quadratique de la forme $u^2 + t\,v^2$ (t étant un nombre donné rationnel, positif ou négatif), toutes les fois qu'une telle décomposition est possible ;

2° Montrer comment la dépendance mutuelle qui existe entre les représentations propres de N^2 et celles de N, chacune à chacune, trouve son application dans la résolution des systèmes de deux équations indéterminés du second degré, en nombres entiers et *premiers* (*), dans certains cas où l'on a à considérer simultanément un nombre indéterminé y et son carré y^2. Les équations $y = x^2 + t\,u^2$, $y^2 = z^2 + t\,v^2$, avec les conditions $u = x + \alpha$, $v = z + \beta$, rentrent dans cette catégorie.

Sur un sujet qui n'est pas sans analogie avec le précédent, M. Ed. Lucas, dans la séance suivante, communique des *Solutions d'équations indéterminées biquadratiques*. Ce mémoire, qui depuis a été inséré dans les *Nouvelles annales de mathématiques*, renferme la résolution complète d'équations indéterminées du quatrième degré, dans lesquelles il s'agit de trouver des valeurs rationnelles de x qui égalent à un carré parfait les valeurs numériques d'un polynôme du qua-

(*) M. de Jonquières n'avait pas fait mention dans sa communication, ni dans un article sur le même sujet, inséré aux *Nouvelles Annales* (t. XVII) de la restriction apportée à la solution par ce mot *premier*, dont il nous signale aujourd'hui la nécessité, et qu'il y ajoute.

trième degré. L'auteur en a déduit un très grand nombre de théorèmes curieux d'arithmétique, qui viennent se placer à la suite de ces deux-ci :

« Une pile de boulets à base carrée ne contient un nombre de boulets égal à » un carré parfait que lorsque la pile en contient 1 ou 24 à la base, sur le » côté. »

« Une pile de boulets à base triangulaire ne contient un nombre de boulets » égal à un carré parfait, que lorsque la pile en contient 1, 2 ou 48 à la base, » sur le côté. »

Il y a lieu de mentionner encore une autre communication de M. Lucas, *Sur les formules de Cauchy et de Lejeune-Dirichlet*. Ce mémoire est le développement de théorèmes intéressants sur la théorie des nombres, et dus à *MM. Aurifeuille* et *Le Lasseur*. L'auteur a rapproché les résultats obtenus par ces estimables savants, des formules remarquables de Gauss, Cauchy et Lejeune-Dirichlet, pour la transformation de $4\,\frac{z^p - 1}{z - 1}$ en une forme quadratique. Les théorèmes de MM. Aurifeuille et Le Lasseur constituent un grand progrès dans l'arithmétique et ajoutent de nouveaux aperçus dans l'étude de la fonction que nous venons d'indiquer ci-dessus. Cependant, nous remarquerons que l'on rencontre, sous une forme équivalente, quant aux résultats, la première des formules données par M. Le Lasseur.

$$4x^4 + y^4 = (2x^2 + 2xy + y^2)\,(2x^2 - 2xy + y^2)$$

dans un manuscrit de *Sophie Germain*, conservé à la Bibliothèque nationale, sous le n° 9,118 du Fonds Français, page 84. « *Aucun nombre de la forme* » $p^4 + 4$, *excepté* 5, *n'est un nombre premier*. Car $p^4 + 4 = (p^2 - 2)^2 + 4p^2$, et » par conséquent ces nombres sont, de plusieurs manières, la somme de deux » quarrés. Pour 5, les deux nombres sont identiques. » C'est sur la généralisation de l'idée de Sophie Germain que reposent les théorèmes de M. Le Lasseur et sur l'extension des formules de décomposition, à des décompositions multiples, pour un même nombre, que reposent les formules de M. Lucas.

Nous ajouterons que l'indication bibliographique précédente a été donnée par M. C. Henry, qui prépare avec M. Lucas, une édition complète, des œuvres de Fermat.

Il nous sera permis, à cette occasion, de présenter ici quelques brèves observations sur la situation, en France, de la science des nombres et particulièrement sur les découvertes de M. Ed. Lucas. Celles-ci ont reçu l'approbation des hommes les plus éminents, de MM. Genocchi, Tchebichef, Bouniakowsky, Sylvester, par exemple ; elles sont professées dans plusieurs universités étrangères, en Allemagne surtout, mais elles semblent presque ignorées en France.

Comment s'en étonner, quand on songe que le culte de Fermat lui-même, de cet illustre Français, immortel fondateur de l'arithmétique supérieure, est complètement délaissé en France. En 1843, un crédit de 25,000 francs fut voté pour la publication des œuvres de Fermat ; mais ce crédit n'a jamais été employé ; et tandis que les œuvres complètes de Fermat attendent encore,

en France, leur réimpression, des libraires de Berlin, MM. Friedländer, publiaient à leurs frais, en 1861, une réimpression d'une partie des œuvres de Fermat, les *Varia opera mathematica*, conforme à l'original, dont la plus grande partie est en français.

On voit quel service rendront à la science française MM. Lucas et Henry, s'ils arrivent à mettre à exécution le projet dont nous venons de parler plus haut.

M. Tchebichef, président d'honneur, dans une communication intitulée : *Sur une transformation des séries numériques*, et qui a été publiée depuis in extenso dans la *Nouvelle Correspondance mathématique* (octobre 1878), indique de nouvelles formules pour la transformation des séries contenant tous les nombres entiers en d'autres séries ne contenant que des nombres premiers. Il montre comment les formules qui servent de base pour les recherches sur la répartition des nombres premiers, données par l'auteur et par le prince Alphonse de Polignac, se déduisent de l'égalité de deux séries contenant des fonctions arbitraires.

M. N. Tagliaferro, professeur à Malte, fait part de considérations très intéressantes *Sur de nouvelles fonctions numériques transcendantes*. Ces fonctions résultent de répétitions d'opérations identiques. L'introduction de notations spéciales conduit l'auteur à des résultats curieux, continuation des travaux de Woepcke sur cette matière. Nous croyons avec lui qu'il pourrait y avoir là des ressources précieuses dans la théorie des nombres, pour l'étude des grands nombres qui deviennent pratiquement intraduisibles par la numération ordinaire.

M. O.-J. Broch, dans une *Note sur la convergence de la série du binôme de Newton, pour le cas de* $x = 1$, attire l'attention des sections de mathématiques sur une lacune que présente le *Traité de calcul différentiel* de M. Bertrand, aussi bien que les œuvres d'Abel. M. Broch comble cette lacune par une démonstration irréprochable de la convergence de la série $1 + m + \frac{m(m-1)}{1.2} + \ldots$, dans le cas où m est compris entre -1 et zéro.

Enfin, dans une communication très élémentaire, M. Laisant a donné une *Formule relative à des sommations algébriques*. Cette formule symbolique se rapporte à des produits de termes de progressions arithmétiques, et elle rentre un peu dans l'ordre d'idées des recherches de M. Lucas sur des sujets analogues.

II

GÉOMÉTRIE

1872

Dans cette seconde division, nous comprenons à la fois la géométrie pure, la géométrie analytique prise dans sa plus grande généralité, et aussi la géométrie infinitésimale. C'est toujours vers cette science des figures que se sont portées de préférence les études des géomètres français, et l'examen attentif des travaux mathématiques de l'Association française confirme en tous points cette observation générale.

Au Congrès de Bordeaux, en 1872, les communications, il faut pourtant l'avouer, ne furent pas nombreuses; nous en trouvons tout d'abord une de M. Saint-Loup, intitulée : *Rayons de courbure de figures mobiles dans un plan*. L'auteur donne la solution de la question suivante : « Une courbe étant donnée dans le plan d'une figure mobile, celle-ci reste constamment tangente à deux courbes fixes; déterminer le rayon de courbure de l'enveloppe de la première courbe en fonction des rayons de courbure des courbes données, aux points où elles se touchent. »

La solution de la question est subordonnée à celle de cette autre plus simple : « Trouver le rayon de courbure de la trajectoire d'un point C du plan d'une figure invariable, dont deux points A et B décrivent des courbes données, en fonction des rayons de courbure des deux directrices, en A et en B. » Le reste de la communication de M. Saint-Loup contenait quelques applications. Ce travail, qui ne figure que par son titre dans nos comptes rendus, a été publié depuis, en 1873, dans les *Nouvelles annales* (2e série, t. XII).

M. Catalan, dans la même session, présente un *Résumé de la théorie des polyèdres semi-réguliers*, sujet sur lequel on peut consulter utilement le *Journal de l'Ecole polytechnique*, 41e cahier, et la brochure intitulée *Histoire d'un Concours*. Les modèles de l'hexécontadoèdre à faces carrées, hexagonales et décagonales, et de l'hécatonicoèdre, construits par M. Muret, furent mis sous les yeux des membres présents. Depuis, M. Muret a complété cette intéressante collection de modèles, qu'on a pu examiner à l'Exposition universelle au Champ-de-Mars, dans la section belge.

Sur un sujet analogue, M. Valat communique une *Note sur les polyèdres étoilés*. C'est l'étude critique du mémoire de Poinsot sur les polyèdres étoilés, dont trois, de son propre aveu, étaient connus avant lui. La première partie est relative à une rectification sur le nombre des arêtes employées dans la construction du premier icosaèdre. La deuxième met en œuvre, pour les deux

derniers, l'analyse algébrique, dont Poinsot n'a pas fait usage. Enfin, la troisième est consacrée à la vérification de l'exactitude des indéterminées qui jouent un si grand rôle dans le mémoire relatif aux polyèdres étoilés.

1873

Au Congrès de Lyon, nous trouvons plusieurs communications importantes de M. Mannheim.

Dans la première, intitulée : *Deux théorèmes d'une nature paradoxale*, M. Mannheim introduit la considération des points cycliques de l'infini et du cercle de l'infini dans les questions relatives au déplacement des figures. Les énoncés des deux théorèmes en question sont les suivants :

1° Pendant le déplacement d'un plan, qui glisse sur lui-même en entraînant tous ses points, les points imaginaires à l'infini, situés sur un cercle, sont immobiles ;

2° Pendant le déplacement d'une figure entraînant tous les points de l'espace, le cercle imaginaire à l'infini glisse sur lui-même.

La deuxième communication de M. Mannheim est ainsi énoncée : *Les normales aux surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable rencontrent, toutes, deux mêmes droites.*

Ce théorème a été établi pour la première fois par l'auteur en 1866. Il en donne ici une démonstration plus simple et plus rapide, en partant, comme précédemment, des belles propriétés que l'on doit à M. Chasles, et qui sont relatives au déplacement infiniment petit d'un corps solide libre.

M. Mannheim a fait connaître quelques-unes des applications de cet important théorème, en 1867 *(Comptes rendus de l'Académie des sciences)*, et en 1872 *(Journal de mathématiques)*.

Enfin M. Mannheim a communiqué aussi, au Congrès de Lyon, *Quelques théorèmes montrant l'analogie qui existe entre les propriétés relatives aux surfaces décrites par les points d'une droite et les surfaces touchées par les plans d'un faisceau mobile.* A titre d'exemple, nous citerons seulement les énoncés des deux derniers théorèmes, pour faire ressortir l'analogie indiquée :

» a. — Les centres de courbure principaux des surfaces trajectoires des » points d'une droite sont sur une courbe gauche du 6e ordre ».

» b. — Les surfaces auxquelles les plans d'un faisceau restent tangents pen- » dant les déplacements de ce faisceau ont leurs centres de courbure principaux » sur une courbe gauche du 6e ordre ».

M. Émile Lemoine, dans la même session, présente une note digne d'intérêt *Sur quelques propriétés d'un point remarquable d'un triangle.* On y trouve énoncés 16 théorèmes concernant ce point, que l'auteur appelle centre des médianes antiparallèles, à cause de sa propriété la plus caractéristique. C'est en même temps le point pour lequel la somme des carrés des perpendiculaires abaissées

sur les trois côtés est minimum. Ce point a été étudié par un grand nombre de géomètres, et notamment par Gauss, à l'occasion de la méthode des moindres carrés.

1874

Nos travaux, à la session de Lille, s'ouvrent par une communication de M. Sylvester, Président d'honneur : *Des systèmes articulés ; instrument réciprocateur du colonel Peaucellier ; description des courbes et surfaces algébriques par le moyen des tiges articulées.* — M. Sylvester étudie avec détails l'invention du colonel Peaucellier qui, en 1864, a trouvé une solution *exacte* du problème de la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne. Le système imaginé dans ce but permet de résoudre un grand nombre de problèmes, de décrire des courbes et des surfaces algébriques variées, etc.

On sait que depuis 1874, les géomètres n'ont pas cessé d'étudier et de généraliser l'invention si remarquable du colonel Peaucellier, justifiant ainsi le jugement de M. Sylvester. A cette session même, pour Montpellier, des communications fort intéressantes nous sont annoncées sur des sujets de ce genre.

M. Catalan, dans une communication *Sur les surfaces orthogonales*, dont le titre seul figure à nos comptes rendus, entretenait le congrès d'un sujet développé depuis dans une note présentée à l'Académie des sciences (*Comptes rendus*, t. LXXIX), et qui se rapporte au problème suivant :

1° Reconnaître si les surfaces S, représentées par $F(x, y, z) = c$, appartiennent à un système orthogonal triple ;

2° Trouver les surfaces Σ_1, Σ_2, qui avec les surfaces S, constituent le système.

M. E. Lemoine, dans une *Note sur les propriétés du centre des médianes antiparallèles dans un triangle*, ajoute de nombreuses propositions à celles qu'il avait établies l'année précédente, comme nous l'avons rappelé ci-dessus.

M. Mannheim présente à Lille, pour la première fois, des considérations *Sur la surface de l'onde*, sujet qu'il a complété depuis dans de nombreuses communications, si bien que l'ensemble de ses travaux à l'Association française sur cette question forme en quelque sorte une théorie véritable de la surface de l'onde. Ici, l'auteur, employant quelques propositions de *Géométrie cinématique*, — branche de la géométrie dont on lui est redevable, pour ainsi dire, exclusivement, — montre que la surface de l'onde possède des points singuliers pour lesquels les plans tangents enveloppent des surfaces coniques du second degré ; et des plans tangents singuliers, qui la touchent suivant des cercles.

1875

A Nantes, M. Laisant a communiqué un *Mémoire sur les puissances de points, étude de géométrie plane*, qui est une application de la méthode des équipollences. Au moyen d'une notation spéciale, l'auteur étudie, dans ce travail, les puis-

sances de points par rapport à des cercles, et fait de cette théorie des applications assez nombreuses, dont quelques-unes à des questions cinématiques.

Le même auteur, dans une *Note sur un compas trisecteur*, indique une disposition très simple d'un appareil qui permet de résoudre mécaniquement le problème de la trisection de l'angle.

De M. Fouret, nous avons une *Méthode graphique pour résoudre un système quelconque de* n *équations du premier degré à* n *inconnues*, problème auquel on est souvent conduit dans les questions de mécanique appliquée, et qui n'exige ordinairement qu'une approximation assez grossière. Il peut alors être avantageux de remplacer le calcul par un procédé graphique. Déjà M. Chasles en avait donné un, fondé sur la théorie des divisions homographiques, mais en supposant aux équations une forme très particulière. La méthode de M. Fouret s'applique au contraire dans tous les cas, et elle se simplifie d'elle-même, lorsque les équations ne contiennent chacune qu'une partie des inconnues.

Une seconde communication de M. Fouret, *Sur les transformations de contact d'un système de courbes planes*, ne figure dans les comptes rendus que par son titre; mais elle a été insérée depuis dans le *Bulletin de la Société Philomathique* (1876). Étant donné un système de courbes planes, défini par ses deux caractéristiques, on lui fait subir une transformation du genre que M. Lie dénomme « transformations de contact, » et on se propose de déterminer les caractéristiques du système ainsi obtenu. M. Fouret montre que les nouvelles caractéristiques sont des fonctions linéaires et homogènes des anciennes, et il en fait des applications aux transformations les plus connues. Cette étude présente un intérêt d'autant plus grand que la question est intimement liée au problème de la transformation des équations différentielles.

Il y a encore, au congrès de Nantes, une communication de M. Fouret *Sur un compas elliptique*, où se trouve indiqué le principe d'un nouveau compas pouvant décrire des épicycloïdes planes quelconques. Cet appareil est fondé sur le théorème suivant (voir *Bulletin de la Société Philomathique*, 1868) : « Si deux points décrivent deux circonférences dans un même plan, avec des » vitesses angulaires constamment proportionnelles, tout point qui divise dans » un rapport constant la droite joignant les deux points mobiles décrit une » épicycloïde. »

M. Mannheim a présenté des *Recherches sur la surface de l'onde*, dans lesquelles, en partant de propositions de géométrie cinématique, il arrive à des théorèmes nouveaux et fort dignes d'intérêt, parmi lesquels nous nous bornerons à reproduire celui-ci : « Soient un ellipsoïde et la surface de l'onde » qui en dérive. Dans un plan diamétral commun à ces surfaces, on prend » la normale à l'ellipsoïde et la normale correspondante à la surface de l'onde. » . . . Les circonférences qui passent par le centre de ces surfaces, et respec- » tivement par les deux centres de courbure principaux situés sur ces nor- » males, sont tangentes entre elles. »

Une autre communication de M. Mannheim a pour titre *Propriétés des diamètres de la surface de l'onde et interprétation physique de ces propriétés.* Ces propriétés se fondent sur la génération de la surface de l'onde au moyen de l'ellipsoïde. Dans les énoncés qu'on obtient, il n'entre que des diamètres et des plans tangents de la surface de l'onde, et comme on connaît l'interprétation physique de ces éléments, cela permet d'obtenir plusieurs propriétés optiques intéressantes.

De M. E. Lemoine, nous avons une *Note sur le tétraèdre dont les arêtes opposées sont égales deux à deux*, dans laquelle se trouvent établies de curieuses propriétés de ce tétraèdre. Bornons-nous à rappeler les deux suivantes. — « Si dans un tétraèdre les arêtes opposées sont égales deux à deux, les lignes » qui joignent les milieux de ces arêtes opposées forment un système d'axes » rectangulaires, dont l'origine est le centre de gravité du tétraèdre. — Si » dans un tétraèdre, les quatre faces sont équivalentes, elles sont égales, et » par suite les arêtes opposées sont égales. »

Une intéressante communication de M. Saint-Loup, *Sur les Systèmes articulés*, mentionnée seulement dans les comptes rendus, a été publiée dans les *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs.* L'auteur considère un système de trois tiges articulées dans un même plan et dont les extrémités libres sont en ligne droite. Il établit, entre les distances u et v de deux des extrémités libres à la troisième, deux relations qui, suivant les hypothèses sur le mode d'articulation, sont du second degré ou du troisième degré, en u et v. La discussion de ces équations le conduit à la description mécanique de certaines courbes, lorsqu'on se donne la directrice de l'un des points libres et qu'on fixe l'un des deux autres. M. Saint-Loup retrouve ainsi en particulier le losange de M. Peaucellier, dont il examine la construction dans les applications. Il est conduit à donner un système très simple de trois droites, à l'aide duquel on résout mécaniquement l'équation du troisième degré. Il étudie enfin quelques autres transformations par systèmes articulés non symétriques.

Un sujet analogue fut traité par M. Liguine, professeur à l'Université d'Odessa, dans sa communication *Sur les Systèmes articulés à six tiges;* ce sont ceux par lesquels a commencé l'étude des systèmes articulés. Ils ont été inventés, pour la plupart, indépendamment les uns des autres, et figurent ainsi comme des dispositions isolées et distinctes, entre lesquelles rien ne semble indiquer une liaison. M. Liguine s'est proposé de les étudier à un point de vue complétement général, ce qui lui a permis : 1° d'indiquer les conditions caractéristiques qui distinguent le genre de systèmes à six tiges, étudié jusqu'alors, de toutes les autres dispositions possibles du même nombre de tiges, et qui assignent certaines limites aux recherches de nouvelles combinaisons utiles du même genre ; 2° de décrire un système dont les dispositions connues à six tiges ne sont que de simples cas particuliers (*) ; 3° de passer brièvement en revue,

(*) Le système récemment proposé par M. Kempe ne doit pas compter dans ce nombre, car il ne jouit pas de la propriété fondamentale d'avoir constamment trois articulations en ligne droite.

en discutant le système général, tous les systèmes connus à six tiges, et d'exposer à cette occasion quelques observations nouvelles relatives à ces derniers.

M. Liguine a donné aussi une *Généralisation d'un théorème de* M. Chasles. Il s'agit des axes conjugués de rotation dans la question du déplacement d'un solide. En désignant par (c) (c_1) deux axes conjugués quelconques relatifs à un déplacement infiniment petit, par (C) l'axe instantané glissant correspondant, par r et r_1 les plus courtes distances de (c) (C) et de (c_1) (C) respectivement, par $d\theta$ la rotation autour de (C), par $d\tau$ le glissement le long de (C), M. Chasles a montré qu'on a $r \operatorname{tang}(c_1, C) = r_1 \operatorname{tang}(c, C) = \frac{d\tau}{d\theta} = \text{const.}$ M. Liguine, étudiant un déplacement fini en remplaçant $d\tau$ et $d\theta$ par τ et θ fait voir que la relation qui précède est remplacée par $r \operatorname{tang}(c_1, C) = r_1 \operatorname{tang}(c\, C) = \frac{\tau}{2 \sin \frac{1}{2}\theta} = \text{const.}$

M. Picquet, dans la même session, a fait une communication *Sur une propriété du discriminant des formes quadratiques.*

Cette communication a pour but de faire voir que la méthode de Cauchy, pour démontrer la réalité des racines de l'équation du troisième degré de laquelle dépend la détermination des axes d'une surface du second degré s'applique exactement à l'équation à laquelle conduit la recherche des points d'intersection de deux coniques, lorsque l'une d'elles est imaginaire. Une méthode analogue s'applique à la démonstration de ce théorème :

Parmi les trois surfaces du second degré passant par huit points et tangentes à un plan, il y a un nombre impair d'hyperboloïdes à une nappe.

Cette méthode repose sur une propriété générale des formes quadratiques à un nombre quelconque de variables démontrée dans la communication, mais retrouvée depuis par l'auteur dans l'édition anglaise de l'*Algèbre supérieure* de M. Salmon, et que les traducteurs de cet ouvrage ont eu le tort de ne pas reproduire (c'est pourquoi l'auteur ne l'y avait pas vue).

M. Halphen, *Sur les enveloppes des diamètres des courbes algébriques*, après avoir fait connaître plusieurs propriétés de ces enveloppes, énonce ce théorème : le lieu des pôles d'un quelconque des côtés du triangle A B C a pour équation $Ap\, Bq = aCp + q$.

Du même auteur, nous avons une seconde communication *Sur le genre des courbes algébriques*. On y trouve une démonstration géométrique, concernant le cas général où les singularités sont quelconques, de ce théorème de Riemann : « *deux courbes algébriques qui se correspondent uniformément sont du même genre.* »

M. Bréguet fils a présenté une *Description de l'appareil à tiges articulées de*

Hart. On voit combien ces questions préoccupent à ce moment, et avec juste raison, l'esprit des mathématiciens. Après quelques considérations sur l'appareil Peaucellier, dont il indique plusieurs dispositions exigeant huit tiges, M. Bréguet montre qu'on obtient le même résultat avec l'appareil Hart, composé de quatre tiges seulement, en forme de trapèze isoscèle. Puis il établit que sept tiges, par la méthode de M. Hart, suffisent pour construire une conique quelconque. Trois tiges sont employées au tracé d'un limaçon de Pascal, et les quatre autres à produire l'inversion de ce limaçon, ce qui donne une conique, comme on le sait.

1876

On vient de voir quels développements ont pris les communications géométriques au congrès de Nantes. Il en est de même l'année suivante, à Clermont-Ferrand.

M. Tchebichef présente une *Règle pour tracer des arcs circulaires de grand diamètre*. Cet ingénieux appareil consiste en un système articulé qui prend à très peu près une forme polygonale régulière, et qui permet, par l'application d'une règle flexible, de tracer avec une grande approximation des arcs de cercle depuis $1^m,33$ de diamètre jusqu'à l'infini.

Du même auteur, il y a aussi une communication sur un *Nouveau mécanisme à mouvement parallèle*, dont nos comptes-rendus ne contiennent malheureusement que le titre, mais qui se trouve aujourd'hui décrit dans d'autres publications, notamment dans l'intéressant opuscule de M. Kempe : *Comment on trace une ligne droite*, publié en Angleterre. De curieuses applications de ce mécanisme ont figuré dans la section russe de l'Exposition universelle de 1878.

M. Mannheim, dans une communication sur la *Construction du centre de la sphère osculatrice en un point de la courbe d'intersection de deux surfaces*, résout un problème dont la solution dépend des infiniment petits du troisième ordre, et qui n'avait jamais été abordé, ni géométriquement, ni analytiquement. On peut consulter aussi sur ce sujet une note de M. Mannheim publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (27 novembre 1876).

Du même auteur, nous trouvons une seconde communication intitulée : *Théorie géométrique des surfaces dont les rayons de courbure sont liés entre eux*. Il traite géométriquement une question pour laquelle l'analyse seule avait été employée. Voici l'un des théorèmes nouveaux auxquels il arrive : « Lorsque le » produit des rayons de courbure d'une surface est constant, les normalies à » cette surface, qui ont pour directrices des lignes asymptotiques, touchent les » nappes de la développée de cette surface suivant des lignes asymptotiques. » Voir aussi les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2 et 30 avril 1877.

Enfin, dans une *Remarque sur la surface de l'onde*, M. Mannheim établit une proposition curieuse, relative aux axes de réfraction conique.

Nous trouvons aussi, de M. Mannheim, l'indication de *Propriétés relatives à un faisceau de plans qui est mobile.* Dans cette note se trouvent énoncées plusieurs propriétés de géométrie cinématique, parmi lesquelles nous signalons la dernière, qui nous paraît particulièrement remarquable : « Il y a trois » plans du faisceau mobile qui, pour un déplacement infiniment petit, font » avec un plan fixe des angles qui ne varient pas. »

M. H. Picquet présente, *Sur le centre des médianes antiparallèles*, des considérations qui ont surtout pour objet de généraliser les propriétés établies par M. E. Lemoine et que nous avons citées plus haut. Il fait voir en même temps qu'en général, il n'existe pas dans un tétraèdre de point analogue.

Du même auteur nous avons aussi, dans nos comptes rendus, un mémoire étendu, traitant *Des invariants communs à deux fonctions quadratiques, homogènes, à deux, trois ou quatre variables.* La théorie des systèmes linéaires de courbes ou de surfaces de degré quelconque, c'est-à-dire des systèmes de courbes et de surfaces dont l'équation générale renferme linéairement un certain nombre de paramètres variables, a été depuis longtemps l'objet des recherches des géomètres. On démontre que la relation linéaire la plus générale entre les paramètres d'une courbe ou d'une surface algébrique de degré m, exprime une certaine propriété géométrique entre cette courbe ou surface et une certaine courbe ou surface de classe m, propriété telle que la corrélative a lieu également entre la seconde et la première. Il reste à savoir quelle est cette propriété; mais quelle qu'elle soit, il résulte de ce qui précède, que si les courbes ou surfaces de degré m d'un système linéaire sont assujetties à p conditions linéaires, les courbes ou surfaces de classe m, vis-à-vis desquelles elles jouissent de la propriété en question déterminent, en coordonnées tangentielles, un nouveau système linéaire dont toutes les courbes ou surfaces jouissent de la propriété corrélative vis-à-vis de toutes celles du premier système. Les deux systèmes sont dits *contravariants*, et il y a autant d'espèces de systèmes contravariants, pour un degré donné, qu'il faut de conditions pour déterminer la courbe ou surface de ce degré. Il est clair que la connaissance de cette propriété est indispensable pour l'étude de ces systèmes. Le mémoire en question a pour but de rappeler une propriété connue de deux coniques ou de deux surfaces du second degré, de faire voir que la relation analytique qui l'exprime, également connue, est la relation linéaire la plus générale par rapport aux coefficients de l'une d'elles, d'étudier les cas dans lesquels l'une de ces deux coniques ou surfaces est une conique ou une surface particulière, en un mot, de jeter les bases d'une théorie générale des systèmes linéaires de coniques ou surfaces du second degré, qui, déjà attaquée en divers points par un grand nombre de géomètres, n'avait été considérée au point de vue de la contravariance des systèmes que par MM. Smith, Darboux et par l'auteur.

Un assez long mémoire de M. Collignon, relatif au *Problème des raccorde-*

ments, figure à nos comptes rendus de 1876. Cette très intéressante étude, où l'analyse et la géométrie sont concurremment et habilement employées, a pour objet le tracé d'une courbe tangente en des points donnés à deux droites données, et dont la courbure, variable d'une manière continue entre ces deux points extrêmes, soit nulle en ces deux points. L'emploi des coordonnées polaires facilite la solution générale.

De M. A. Lafon, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, nous avons, dans la même session, une communication *Sur les accroissements géométriques*, dans laquelle l'auteur s'est proposé d'étendre aux parallélogrammes et aux parallélépipèdes la notion des accroissements géométriques. Après avoir introduit une notation nouvelle, il en fait des applications, dignes d'intérêt, aux courbures géodésiques, aux théorèmes de Gauss et de Dupin, et enfin à des problèmes sur l'enveloppe d'une droite en géométrie plane. Nous croyons que dans cet ordre d'idées, il peut y avoir encore lieu à d'intéressantes recherches, surtout en reprenant et développant les idées de M. Bellavitis et de Hamilton.

Une communication, aussi arithmétique que géométrique, faite par M. Éd. Lucas, a pour titre : *Sur les lois géométriques du tissage.*

Les premiers résultats généraux sur la géométrie du tissage ont été publiés pour la première fois dans un opuscule in-8°, en novembre 1867 (*). Mais depuis cette époque, l'auteur a réuni, dans un travail encore inédit, les principes fondamentaux de la construction et de la classification des tissus à fils rectilignes.

On doit, en effet, dès l'abord de cette étude, séparer les tissus en deux grandes classes, au point de vue de la contexture, ou de l'entrecroisement des fils; la première classe contient les tissus rectilignes; la seconde classe contient les tissus à fils juxtaposés et entrecroisés, suivant des courbes.

On représente géométriquement les tissus de première classe, au moyen de dessins quadrillés, que l'on nomme *armures*. Mais parmi celles-ci, on doit considérer d'abord celles qui servent à former toutes les autres, et que l'auteur nomme *armures fondamentales* ou *satins réguliers*. Les diverses armures fondamentales sont rangées d'après le nombre minimum de fils de chaîne sur lesquels la trame opère l'entrecroisement. En se servant des théorèmes de Fermat, d'Euler et de Gauss, sur la décomposition de certains nombres en deux carrés, sur la théorie des nombres associés suivant un module premier ou composé [Gauss, — *Disquisitiones arithmeticæ*, n° 77], on peut obtenir aisément le tableau des armures fondamentales, et par suite la classification des tissus, d'après les lois de l'arithmétique. En particulier, on doit considérer les armures plus régulières désignées par l'auteur sous le nom de *satins carrés* et de

(*) Edouard Lucas. *Sur l'application de l'arithmétique à la construction de l'armure des satins réguliers.*

satins symétriques, comme la fidèle représentation géométrique des racines des congruences

$$x^2 + 1 \equiv o, \ (\text{Mod.}\, p), \ x^2 - 1 \equiv o \ (\text{Mod.}\, p).$$

Après la première publication de l'auteur, M. Broch a communiqué au congrès de Lille divers résultats sur la représentation graphique des nombres complexes, d'après les travaux d'un jeune géomètre danois, M. Thiele, de Copenhague; ces résultats se rapprochent beaucoup de ceux de M. Lucas, mais ne donnent pas toutes les solutions qu'il y a lieu de rechercher dans la géométrie du tissage.

Depuis, au congrès de Paris, M. Tchebichef a indiqué les éléments d'une nouvelle théorie sur la déformation des *plans-tissus*, dont l'idée lui est venue à la suite des communications de M. Lucas.

Peut-être il y aurait lieu aussi d'étudier une nouvelle théorie, pour la résistance des tissus formés avec des fils de même nature, et qui constituerait une nouvelle branche des mathématiques appliquées, sous le nom de *Résistance des tissus à fils rectilignes.*

Les résultats obtenus dans la géométrie du tissage donnent lieu à une nouvelle géométrie connue déjà sous le nom de *Géométrie des quinconces ;* on trouvera dans le *Bulletin de la Société mathématique* des développements curieux dus à MM. Laisant, de Polignac et Laquière.

De M. Halphen, nous avons une communication qui a été, à tort, dans les comptes rendus, intitulée : *Démonstration de l'inexactitude d'un théorème sur les caractéristiques;* le titre véritable devait être : *Sur les caractéristiques des coniques.* C'est dans cette étude que M. Halphen a, pour la première fois, annoncé et prouvé l'illégimité de l'induction admise jusqu'alors, concernant la généralité du résultat reconnu par M. Chasles pour un grand nombre de cas particuliers. « Si μ, ν, sont les caractéristiques d'un système de coniques, le nombre des » coniques de ce système qui satisfont à une nouvelle condition est $\alpha\,\mu + \beta\,\nu$, » les nombres α, β ne dépendant que de la condition et non du système. » M. Halphen, depuis, a écrit un mémoire complet sur ce sujet, et montré par quoi ce théorème inexact doit être remplacé.

M. Gariel, a fait, dans cette session de 1876, une communication sur la *Transformation perspective d'une anamorphose relative à la formule des lentilles.* La traduction graphique de la formule classique des lentilles $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$ donne des courbes que l'on peut remplacer par des droites, à l'aide d'une anamorphose bien connue, correspondant à une graduation des axes suivant une loi déterminée; mais cette anamorphose se prête mal à l'interpolation, à cause du défaut de proportionnalité. M. Gariel a cherché s'il ne pourrait pas réunir les deux conditions, et il y est parvenu par une déformation perspective qui conserve les lignes droites et qui donne la proportionnalité sur les lignes servant d'axes. Bien que, ultérieurement, il ait pu donner une démons-

tration directe très simplifiée de cette construction, M. Gariel a jugé avec raison qu'il n'était pas sans intérêt d'indiquer la méthode suivie par lui, et qui pourrait être utilisée dans d'autres circonstances.

C'est encore dans cette même session que nous avons eu de M. Cremona, le célèbre géomètre italien, une communication intitulée : *Développement sur la géométrie générale*, qui n'est malheureusement indiquée que par son titre dans nos comptes rendus. En 1871, dans plusieurs mémoires communiqués à la Société de Gottingen et à l'institut Lombard (*), M. Cremona a donné, avec de nombreuses applications, la théorie générale de la transformation birationnelle d'un espace dans un autre espace, sous la condition que les points des deux espaces se correspondent, en général, un à un, et qu'aux plans d'un espace, correspondent dans l'autre des surfaces algébriques d'un système donné. D'autre part, on sait, d'après M. Lie de Christiania, transformer birationnellement l'espace ordinaire dans un complexe ordinaire du premier degré (et même du deuxième degré); et en outre la totalité des droites de l'espace dans la totalité des sphères, la transformation étant rationnelle dans un seul sens. M. Cremona en se servant à la fois de ces résultats et de ses propres transformations, mentionnées ci-dessus, obtient des transformations analogues des systèmes de droites et des systèmes de sphères. Tel a été le principal objet de la communication de M. Cremona à l'Association française.

M. Baehr, sous le titre : *Théorie des mouvements de l'œil*, a exposé la partie essentielle de ses curieuses recherches géométriques sur cette question, qui avaient déjà fait l'objet d'une communication à l'académie royale d'Amsterdam, en 1870. Partant des lois de Donders et de Listing sur la position du globe oculaire, il arrive à reconnaître que le mouvement continu de l'œil se fait, en général, de la même manière que le mouvement de rotation autour d'un point fixe; il l'assimile ainsi au roulement d'une surface conique sur une autre.

1877

Au Congrès du Havre, M. Mannheim présente une note *Sur les plans tangents singuliers de la surface de l'onde, et sur les sections faites dans cette surface par des plans parallèles à ces plans tangents*. De l'existence des points singuliers, il déduit l'existence des plans tangents singuliers, et il démontre que les sections faites dans la surface de l'onde par les plans parallèles à ces plans tangents singuliers sont des anallagmatiques du quatrième ordre.

Dans une seconde communication, *Sur la surface de l'onde*, M. Mannheim cherche sur cette surface les transformées des lignes de courbure de l'ellipsoïde dont elle dérive. Il démontre qu'une quelconque de ces transformées est telle que « les normales à la surface, issues des différents points de cette ligne,

(*) Voir aussi les *Mathematische Annalen* de Leipzig et les *Annali di matematica* de Milan.

» sont respectivement perpendiculaires à des diamètres de la surface, égaux » entre eux. »

Du même auteur, *Sur les normales de la surface de l'onde*, nous avons une nouvelle communication dans laquelle, employant toujours la génération de la surface par un ellipsoïde, il arrive à démontrer plusieurs théorèmes intéressants, et en particulier celui-ci : « Les points où une normale quelconque de » la surface de l'onde rencontre les plans principaux de cette surface, et le » pied de la perpendiculaire abaissée du centre sur cette normale, déterminent » quatre points dont le rapport anharmonique est constant, quelle que soit » cette normale. »

Dans la même session, nous remarquons une étude de M. Halphen *sur les points singuliers des courbes gauches algébriques*. On y trouve un ensemble de propositions importantes formant une véritable théorie générale des singularités « quelconques » des courbes gauches algébriques. La détermination des points singuliers, des tangentes singulières, des plans stationnaires ; les relations entre l'ordre, la classe, le genre de ces courbes, forment la partie la plus importante de l'étude très intéressante dont il s'agit.

De M. Laisant, les comptes rendus contiennent une communication *Sur quelques propriétés des polygones*. L'auteur s'est proposé surtout d'étudier les relations qui existent entre un polygone plan, et celui qu'on obtient en construisant, sur chacun des côtés du premier, un triangle semblable à un triangle donné. Il établit assez simplement un certain nombre de propositions, et indique plusieurs solutions de problèmes qu'on peut se proposer à ce sujet, en appliquant à cette recherche la méthode des équipollences.

Sur la surface de Steiner, M. Gohierre de Longchamps expose des propriétés nouvelles fort intéressantes. Les formules de transformation $XX' = YY' = ZZ' = TT'$, appliquées au plan $AX + BY + CZ + DT = 0$, conduisent à la surface $\frac{A}{X} + \frac{B}{Y} + \frac{C}{Z} + \frac{D}{T} = 0$ qui est, comme l'a reconnu autrefois M. Moutard, la surface de Steiner. Dans cette transformation, désignée par M. de Longchamps « par plans réciproques », à un plan P correspond un plan P', et inversement. Ces plans réciproques coupent les faces du tétraèdre de référence suivant deux droites qu'il a nommées *transversales réciproques*. — L'auteur fait voir qu'il faut distinguer trois espèces de surfaces Steiner, répondant aux trois genres de coniques. Le résultat le plus important auquel il parvient est la détermination du centre de gravité de la surface Steiner du genre elliptique (tout entière renfermée dans l'intérieur du tétraèdre de référence).

De M. G. Fouret, *Sur une loi géométrique donnée par M. Chasles*, il y a une communication figurant seulement par son titre, mais qui a été publiée ultérieurement dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (t. LXXXV). M. Fouret démontre une loi très générale dont M. Chasles, quelques jours aupa-

ravant, avait donné l'énoncé, comme résultat expérimental en quelque sorte. Cette loi se rapporte à l'étude des lieux géométriques. L'auteur a donné en même temps un théorème analogue pour les surfaces. Il a poursuivi depuis ces intéressantes recherches qui ont été publiées dans le tome précité des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*,

Du même auteur, il y a une autre communication : *Théorèmes sur les normales aux surfaces algébriques*, où il reprend des théorèmes publiés sur ce sujet par M. Mannheim, en 1871. M. Fouret généralise ceux-ci et les étend à des surfaces algébriques quelconques définies par leur degré, leur classe et leur rang. Les démonstrations sont basées sur le théorème suivant, que l'on doit à M. de Jonquières : « Le nombre des points de contact des surfaces d'un système (μ, ν, ρ) » avec une surface algébrique d'ordre m, de classe n et de rang r, indépen- » dante des surfaces du système, est égal à $m\nu + n\mu + r\rho$ ».

Sous le titre *Système des coordonnées tricirculaires et tétrasphériques*, M. Éd. Lucas présente de nouvelles considérations relatives à ces ingénieux systèmes de coordonnées imaginés par lui. Il donne les équations et les rayons du cercle orthogonal à trois cercles et de la sphère orthogonale à quatre sphères, ainsi que plusieurs autres résultats. Il montre enfin l'analogie de cette méthode avec la géométrie trilinéaire et tétraédrique, et il en fait des applications nombreuses aux propriétés focales des quartiques bicirculaires ou anallagmatiques du quatrième ordre linéaire.

1878

Nous arrivons enfin au Congrès de Paris. M. Catalan fait deux communications : *Sur les lignes de courbure de la surface des ondes* et *Sur les lignes de courbure de l'ellipsoïde et de la surface des ondes*, dans lesquelles il étudie surtout la question à un point de vue analytique. On peut les regarder comme une suite au *mémoire* du même auteur *Sur une transformation géométrique et sur la surface des ondes* (Académie de Belgique, 1868). Il arrive à la relation suivante entre les lignes de courbure de deux surfaces conjuguées : « La même fonction égale à $u\frac{du}{dv}$ pour les lignes de courbure de s, » devient égale à $u\frac{vdu-udv}{udu-vdv}$ pour les lignes de courbure de S. »

De M. Gohierre de Longchamps, nous avons une note *Sur les normales aux coniques*. Considérant les coniques comme des courbes unicursales, ce qui est toujours possible lorsque l'origine est un point de la courbe, on trouve, en appliquant cette idée aux normales, des démonstrations simples de propriétés connues, et quelques autres qui sont nouvelles. M. Gohierre de Longchamps a complété ainsi le théorème de Joachimstal, et montré que le cercle qui passe par les pieds de trois normales et par le point A′ diamétrale-

ment opposé au quatrième, passe aussi : 1° par la projection du centre O de la conique sur la tangente en ce point A′ ; — 2° par la projection du point P, d'où part le pinceau de normales, sur la droite qui joint le point A′ au point de rencontre avec la conique de la normale au point A, diamétralement opposé à A′.

M. Mannheim, au congrès de Paris, a présenté plusieurs travaux. Dans la première de ces communications, *Sur la surface de l'onde*, il fait usage d'un nouveau mode de représentation des plans tangents à une surface réglée, et retrouve ainsi des résultats déjà mentionnés dans sa précédente communication du congrès de Nantes, et en outre quelques conséquences nouvelles, qui donnent, par exemple, la solution de la question suivante :

On donne un pinceau de normales ; on fait tourner d'un angle droit chacun des rayons de ce pinceau autour d'un point fixe dans les plans passant respectivement par ces rayons et par ce point fixe. Après la rotation, chaque rayon est venu prendre une nouvelle position et appartient à un pinceau de normales ; construire les foyers et les plans focaux de ce nouveau pinceau.

Dans une seconde communication, *Transformation par polaires réciproques d'un pinceau de normales, et extensions*, M. Mannheim emploie, ce qui n'avait pas encore été fait, la théorie des polaires réciproques pour la transformation des pinceaux de droites. Il établit ainsi plusieurs propositions dignes d'intérêt.

Une autre communication est intitulée *Construction de la normale à la surface trajectoire d'un point d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujetti à quatre conditions*. La note a pour objet d'indiquer un moyen d'effectuer la construction lorsque les axes simultanés de rotation sont imaginaires.

Enfin, dans une dernière communication, *Construction des centres de courbure principaux de la surface de vis à filet triangulaire et de la surface de vis à filet carré*, M. Mannheim fait un ingénieux usage de propositions auxquelles on arrive simplement, en employant quelques théorèmes de géométrie cinématique.

De M. Picquet, il y a, au Congrès de Paris, trois communications, intitulées : *Sur un nouveau mode de génération des surfaces du troisième degré* ; — *Sur les courbes et surfaces anallagmatiques ; conséquences relatives à quelques courbes et surfaces du quatrième degré ; — Théorèmes sur les surfaces du quatrième degré.*

Ces trois communications ont été résumées par l'auteur en un seul mémoire qui a paru dans nos comptes rendus, sous le titre de la seconde d'entre elles.

Ce mémoire est divisé en sept chapitres. Dans le premier, l'auteur donne l'équation générale de la courbe ou de la surface anallagmatique de degré m, et sa classe, en fonction de l'ordre ou *indice* de multiplicité des points cycliques, ou du cercle de l'infini.

Dans le second chapitre, il en déduit une classification des courbes ou surfaces algébriques anallagmatiques. Pour un degré donné m, il y a autant d'espèces qu'il y a d'entiers de même parité que m et inférieurs à m, y compris zéro. En particulier, pour le quatrième degré, il y en a deux, dont l'une a été étudiée, mais dont l'autre est signalée pour la première fois. C'est la courbe ou surface du quatrième degré, ayant un point double à l'origine, dont les tangentes ou le cône tangent en ce point vont rencontrer la courbe ou la surface à l'infini, et dont les autres points à l'infini sont les points cycliques ou le cercle de l'infini.

Dans le troisième chapitre il est démontré que *la courbe déférente de l'anallagmatique de degré* m *et d'indice* k, *est de classe* m—k *et de degré* k (2m—3k—1), *avec* m—2k *contacts à l'infini.*

La surface déférente de l'anallagmatique de degré m *et d'indice* k *est de classe* (m—k), *de degré* k (3 m² — 9 m k + 7 k² — 4 m + 6 k + 1) *et admet le plan de l'infini comme plan tangent multiple d'ordre* m — 2 k.

La *déférente* est, comme on sait, le lieu des centres des cercles ou des sphères tangents à l'anallagmatique et coupant orthogonalement le cercle ou la sphère d'inversion.

Le quatrième chapitre généralise, à toutes les courbes du quatrième degré à point double, les résultats démontrés pour les courbes anallagmatiques d'indice 1 et de degré 4. Il y est démontré, en particulier, que *les points de contact des six tangentes menées du point double à une pareille courbe sont sur une même conique.*

Le cinquième chapitre est consacré à la démonstration d'un nouveau mode de génération, applicable à toutes les courbes du quatrième degré à point double.

Dans le sixième chapitre, l'auteur généralise, pour les surfaces du quatrième degré à directrice rectiligne double, ou du cinquième degré à directrice triple, les résultats démontrés pour les courbes du quatrième degré à point double. *Si par la directrice, ou même des plans tangents à la surface, dans le premier cas, les huit points de contact sont à l'intersection de trois surfaces du second degré, dans le second cas, les onze points de contact sont sur une surface du second degré.*

Enfin, dans le chapitre VII, l'auteur examine le cas où la surface du quatrième degré est involutive, c'est-à-dire où les couples de plans tangents à la surface en chaque point de la directrice double sont en involution.

Dans une communication de M. Liguine, *Sur les aires des trajectoires décrites dans le mouvement plan d'une figure de forme invariable*, l'auteur, après avoir résumé les principaux résultats obtenus jusqu'à présent, insiste sur deux importants théorèmes découverts en Angleterre par MM. Leudesdorf et Kempe. En complétant les travaux de ces deux géomètres, il parvient à un énoncé intéressant dont nous reproduisons seulement ici un fragment bien incomplet : « Quand une figure plane se meut dans son plan et revient finalement à sa » position initiale, tous les points, liés à la figure mobile, qui engendrent

» des lignes fermées d'aires constantes, sont situés sur une circonférence ;
» toutes les circonférences analogues sont concentriques. »

M. Fouret, à la même session, communique des *Propriétés nouvelles des polygones semi-réguliers*. Cette étude, non encore publiée, contient comme principal résultat une généralisation de deux des théorèmes si remarquables du géomètre anglais Stewart, cités avec éloge par M. Chasles, dans son *Aperçu historique*. On en déduit comme conséquences presque immédiates la plupart des théorèmes sur les polygones semi-réguliers, dus à MM. Chasles, Breton de Champ, Transon et Pigeon.

Dans une seconde communication, inédite aussi, *Études sur les courbes algébriques*, M. Fouret s'occupe du lieu des points en chacun desquels se coupent, suivant une loi donnée, k branches de courbes appartenant respectivement à k systèmes donnés. La loi en question est déterminée par une relation algébrique entre les lignes trigonométriques des angles formés par des tangentes aux courbes considérées avec un axe fixe. Les systèmes de courbes sont définis par leurs caractéristiques. Le résultat consiste dans une formule très générale, qui fournit comme cas particuliers, la solution de diverses questions étudiées par MM. Chasles et de Jonquières. De cette formule, on en déduit une autre qui exprime le nombre des points d'une courbe algébrique donnée, en chacun desquels cette courbe est coupée par k courbes, appartenant respectivement à k systèmes donnés, suivant une loi algébrique déterminée.

Enfin, M. Fouret a présenté *Sur les surfaces de vis* un travail qui est publié dans nos comptes rendus. Les surfaces hélicoïdales de même axe et de même pas forment, dans leur ensemble, un implexe dont les caractéristiques sont toutes deux égales à l'unité. De ce fait, M. Fouret déduit immédiatement plusieurs propriétés intéressantes de ces surfaces hélicoïdales. Cette étude conduit tout naturellement à celle du système composé de surfaces de vis de même axe et de même pas. Entre autres résultats, on trouve que la courbe d'ombre propre d'une surface de vis à filet carré, éclairée par un point lumineux quelconque, est l'intersection de cette surface par une surface du troisième ordre.

De M. Halphen, nous avons une communication *Sur le nombre des coniques satisfaisant à cinq conditions indépendantes entre elles*. Ce problème est célèbre en ce qu'il a donné naissance à la théorie des caractéristiques. Alors que le théorème représenté par la formule $N = \alpha\mu +$ était réputé exact, le problème se trouvait immédiatement résolu. Mais le manque de généralité de ce théorème entraîne la même conséquence pour la solution du problème, que l'auteur a trouvée par des formules d'un genre entièrement nouveau.

Une seconde communication de M. Halphen *Sur les invariants différentiels de courbes gauches*, constitue un chapitre nouveau, ajouté à la théorie générale des

formes projectives. C'est une suite à la thèse de doctorat de l'auteur *Sur les invariants différentiels*. — Pour une courbe gauche, en un point, quels sont les éléments infinitésimaux projectifs? Telle est la question posée géométriquement. — Désignant par x une variable indépendante, par y, z, deux fonctions de cette variable, quelles sont les équations différentielles entre x, y, z que toute substitution homographique transforme en elles-mêmes? Telle est la question posée algébriquement.

M. Halphen indique les premiers fondements de la théorie à laquelle ces questions donnent lieu, théorie qui fait l'objet de ses travaux actuels, et qui, entre ses mains, est arrivée à un degré de perfection remarquable.

M. Laisant, dans une communication *Sur une généralisation de la division harmonique*, étend au plan tout entier la définition de quatre points conjugués harmoniques en ligne droite, en se servant de la représentation géométrique des imaginaires. Il montre que ces quatre points sont sur une circonférence, et indique quelques autres conséquences déjà connues.

Une autre communication de M. Laisant est intitulée : *Sur la déformation métallique des surfaces*. C'est une remarque sur les lignes transformées d'un réseau rectangulaire tracé sur une lame métallique, lorsqu'on emboutit cette lame pour lui donner une forme cylindrique; cette question a été examinée précédemment par M. Tresca.

Un des sujets de mathématiques les plus intéressants dont on se soit occupé au Congrès de Paris a été le suivant, présenté par M. Léon Lalanne : *De l'emploi de la géométrie pour résoudre certaines questions de moyennes et de probabilités*. Sur cette matière, on peut aussi consulter d'intéressants travaux du même auteur, publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (26 août 1878) et dans le *Journal de mathématiques pures et appliquées* (mars et avril 1879). La question très originale que M. Lalanne résout tout d'abord par la géométrie est celle-ci : « Dans le nombre infini de triangles possibles » dont les côtés ne sont assujettis qu'à la condition d'être compris entre deux » limites connues a et b, quelles sont les valeurs moyennes des trois côtés, » préalablement rangés par ordre de grandeur ? »

L'auteur fait ensuite l'application du même procédé à certaines questions de probabilités, et spécialement à un problème curieux, imaginé par M. Emile Lemoine, sur une tige de verre qui se brise en trois morceaux.

De M. Tchebichef, *Sur la coupe des vêtements*, nous avons une communication très intéressante qu'il est regrettable de ne pas trouver *in-extenso* dans les comptes rendus. Partant de certaines hypothèses sur la contexture des tissus, il donne les formules qui permettent de déterminer les contours imposés à deux, trois ou quatre morceaux d'étoffe pour recouvrir le plus exactement possible la surface d'une sphère.

A cette occasion, M. Édouard Lucas rappelle, *Sur la géométrie du tissage*, les

principes fondamentaux développés précédemment par lui à Clermont-Ferrand, et présente des observations auxquelles nous avons fait allusion plus haut.

M. Tchebichef, dans une seconde communication *Sur les parallélogrammes les plus simples symétriques autour d'un axe*, étudie des dispositions ingénieuses de parallélogrammes articulés, qu'il a imaginées, et expose à ce sujet des formules intéressantes. Comme dans le dispositif de Watt, il décrit seulement la ligne droite par approximation, mais cette approximation est très grande.

III

CALCUL INFINITÉSIMAL ET CALCUL DES FONCTIONS

1873

L'analyse infinitésimale pure tient dans nos travaux une place relativement restreinte. Au Congrès de Bordeaux, en 1872, il n'y eut aucune communication relative à cette branche des mathématiques.

A Lyon, l'année suivante, nous en trouvons une *Sur les quadratures* de M. Tchebichef.

Le problème dont l'auteur se propose la solution consiste, la fonction $F(x)$ étant donnée, à exprimer le plus près possible les intégrales de la forme

$\int_{-1}^{+1} F(x)\,\varphi(x)\,dx$ par la formule $k\left(\varphi(x_1)+\varphi(x_2)+\ldots\ldots+\varphi(x_n)\right)$

C'est la généralisation d'une question étudiée par Gauss et des recherches analogues de M. Hermite, sur l'intégrale $\int_{-1}^{+1} \frac{\varphi(x)}{\sqrt{1-x^2}}\,dx.$

Les intéressantes formules que M. Tchebichef établit dans ce mémoire méritent d'attirer l'attention des géomètres, non seulement à cause des résultats, mais en raison même de l'analyse par laquelle il y parvient.

Une seconde communication du même auteur est intitulée *Sur les valeurs limites des intégrales*. M. Tchebichef donne une méthode pour déterminer la valeur limite de certaines intégrales, à propos d'un mémoire de M. Bienaymé, publié en 1833. Il montre l'utilité pratique de cette méthode pour la théorie des probabilités.

1874

A Lille, M. Collignon communique une *Méthode géométrique d'évaluation de certaines intégrales doubles*. Il s'agit d'intégrales de la forme $\int\int x^m y^n \, dx \, dy$, étendues à tous les éléments d'un contour plan donné. Depuis, M. Collignon a bien élargi le champ de ses premières recherches, et ses cours contiennent des solutions graphiques de beaucoup de problèmes de la même nature. Le but à atteindre est toujours de ramener le problème proposé à la recherche d'une aire plane.

1875

Les comptes rendus du Congrès de Nantes contiennent une communication, de M. Hermite, *Sur le développement de l'inverse du sinus d'amplitude et de son carré, suivant les puissances croissantes de la variable*. Cette note du célèbre géomètre a été le point de départ d'un travail plus étendu, publié l'année suivante dans le Journal de M. Borchardt, sous le titre : « Extrait d'une lettre » de M. Ch. Hermite à M. Kœnigsberger sur le développement des fonctions » elliptiques suivant les puissances croissantes de la variable. » La même question d'analyse a été traitée dans une thèse de doctorat, par M. Désiré André, sous un point de vue entièrement différent. On peut résumer en ces termes l'objet essentiel des recherches en question : le calcul et les propriétés des coefficients des puissances successives de la variable dans les développements des fonctions suivantes : $\sin am x$, $\cos am x$, $\Delta am x$, $\frac{1}{\sin am x}$ $\frac{1}{\sin^2 am x}$

Dans la même session de 1875, M. le Colonel Parmentier, aujourd'hui général, communiquait sous ce titre : *Comparaison analytique des différentes méthodes d'approximation pour la quadrature des courbes planes, et formule nouvelle*, un intéressant travail, publié dans nos comptes rendus, et qui mérite qu'on s'y arrête quelques instants.

Le développement en série des expressions de l'aire d'une courbe et des aires des polygones inscrit et circonscrit dont les côtés se terminent à des coordonnées équidistantes montre que la différence S — A entre les aires de la courbe et du polygone inscrit tend rapidement à devenir double (en valeur absolue) de S — A′, différence entre les aires de la courbe et du polygone circonscrit, à mesure que l'équidistance des ordonnées devient de plus en plus petite. Il s'ensuit que la moyenne $\frac{A + 2A'}{3}$ est beaucoup plus approchée de S que la simple moyenne arithmétique $\frac{A + A'}{2}$ qui a servi de base à Poncelet pour établir sa formule de quadrature.

C'est d'après cette donnée de l'analyse que M. le colonel Parmentier a modifié la formule de Poncelet. En adoptant la disposition ingénieuse imaginée

par ce dernier pour que les mêmes ordonnées entrent dans le calcul de A et de A', M. Parmentier est arrivé à une nouvelle formule qui diffère seulement de celle de Poncelet par un coefficient numérique : $\frac{1}{6}$ au lieu de $\frac{1}{4}$.

L'auteur compare ensuite sa formule avec celle de Simpson, et fait voir que les deux méthodes ne diffèrent pas essentiellement. La formule de M. Parmentier a été imaginée par lui dès 1854 (Voir *Mémorial de l'officier du génie*, n° 16). Mais il y a, dans le travail que nous venons de résumer sommairement ici, des considérations vraiment nouvelles.

1876

Au Congrès de Clermont-Ferrand, nous trouvons de M. Catalan une communication *Sur les fonctions* X_n *de Legendre*. Parmi les théorèmes très nombreux contenus dans ce travail, nous citerons seulement celui-ci :

« Si α est une racine de $X_n = o$, on a

$$X_n = x^n \int_{\alpha}^{x_n} \frac{d\,X_{n-1}}{x^{n+1}}.$$

A la même session, M. Halphen, dans une *Note sur une équation différentielle de Jacobi*, présente des observations ayant pour but de rappeler les théories nouvelles, dues à MM. Fouret et Clebsch, dans lesquelles l'équation de Jacobi se présente et s'intègre à vue.

1877

Les comptes rendus de la session du Havre contiennent deux communications de M. Jablonski. La première, *Sur une classe d'équation différentielles*, est relative aux équations de la forme

$$\frac{dy_1}{Py_1 - P_1} = \frac{dy_2}{Py_2 - P_2} = \ldots\ldots = \frac{dy_n}{Py_n - P_n}$$

où P, P_1, P_2, ... P_n sont des fonctions linéaires de y_1, y_2, ... y_n. Cette forme comprend en particulier l'équation bien connue

$$L\,(xdy - ydx) - Mdy + Ndx = o.$$

L'auteur arrive à intégrer complètement ce système en égalant à dx chacun des rapports ci-dessus, x représentant une variable auxiliaire. Il montre que les intégrales de ce nouveau système sont de la forme

$$\alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 + \ldots + \alpha_n y_n + \alpha = o,$$

α_1, α_2, ... α_n, α dépendant d'un système d'équations différentielles linéaires à coefficients constants.

L'intégration de ce système par la méthode classique conduit à résoudre une équation algébrique du degré $n + 1$. Si ses racines sont toutes commensurables, les intégrales sont algébriques. L'auteur termine en étudiant le cas des racines égales, et en montrant comment il faut alors modifier le système intégral.

La deuxième communication de M. Jablonski est un *Mémoire sur l'existence de l'intégrale*. La démonstration qu'il propose s'applique aussi bien à plusieurs variables qu'à une seule, et à un système d'équations qu'à une équation unique. Elle repose sur ce fait que toute fonction holomorphe u de la variable imaginaire z, et en général $\frac{d^p u}{dz^p}$, peuvent être mises sous la forme

$$\frac{d^p V}{dz^p} + \frac{1}{1, 2 \ldots (n - p)} \theta_p U.$$

V étant une fonction entière en z, les θ des fonctions holomorphes, et U une certaine fonction.

Les substitutions faites dans une équation différentielle quelconque, au moyen de ces formules, permettent de ramener le fait de l'existence de l'intégrale à celui de l'existence d'une racine d'équation.

M. Gohierre de Longchamps, à la même session, a présenté une *Note sur l'intégration d'une équation aux différences finies*. Cette équation est la suivante: $(x + 2) F(x) = 1 + (x - 1) F(x - 1)$. La méthode de l'auteur consiste à changer de fonction. A l'équation aux différences finies proposée correspond une nouvelle équation du même genre. Au bout de n opérations analogues, on obtient une équation finale renfermant l'arbitraire n qui a été introduite, pour ainsi dire, unité par unité. Disposant de n pour simplifier, on intègre cette équation finale; puis, de proche en proche, on arrive à déterminer les autres fonctions, jusques et y compris la fonction proposée.

On peut consulter sur cette question et sur d'autres analogues, les travaux suivants : Laplace, Œuvres, t. VIII, livre I, p. 163 ; — Lagrange, *Sur les Suites récurrentes* ; Œuvres, t. IV, p. 151 ; — André, *Thèse d'analyse*, Gauthier-Villars, 1877.

De M. Catalan, il y a une communication *Sur quelques développements de l'intégrale elliptique de première espèce*. Parmi les résultats intéressants qu'obtient M. Catalan au moyen d'ingénieuses transformations, nous citerons seulement celui-ci, dans lequel F (c) représente l'intégrale elliptique de première espèce.

$$F_1(c) = \frac{\pi}{2} \sum_0^\infty P_s \left(\frac{1 - b}{32}\right)^s.$$

Dans cette formule, P_s représente un certain nombre entier.

1878

Au Congrès de Paris, M. GOHIERRE DE LONGCHAMPS a entretenu les première et deuxième sections de l'*Intégration d'une équation considérée par Laplace*. En appliquant à l'équation aux différences finies $x\,F(x) + (x-1)\,F(x+1) = a^x$ la méthode exposée au Congrès du Havre et dont nous avons parlé plus haut, l'auteur est arrivé pour l'intégrale à un résultat différent en apparence de celui qu'a donné Laplace (Voir LAPLACE, Œuvres, t. VII, p. 163). En rapprochant ces deux résultats, on obtient une identité remarquable et des expressions nouvelles d'intégrales définies, renfermant comme cas particulier les intégrales eulériennes.

Au même Congrès, M. DARBOUX a présenté des *Considérations sur les équations différentielles qui se rapportent à la déformation des surfaces*. C'est à l'occasion de la communication de M. Tchebichef, sur la coupe des habits, que cette question s'est présentée. M. Tchebichef avait été conduit au problème suivant : « Etant donnée une surface, mettre la distance ds de deux points « infiniment voisins sous la forme $\sqrt{dx^2 + dy^2 + 2\lambda\, dx\, dy}$ », et il avait donné une solution approchée de cette question.

M. Darboux montre : 1° Qu'on peut la résoudre d'une manière complète et rigoureuse pour le plan; 2° Qu'on peut en trouver des solutions particulières quand la surface est de révolution, et dans quelques autres cas.

IV

MÉCANIQUE RATIONNELLE; MÉCANIQUE APPLIQUÉE.

1872

La seule communication relative à la mécanique, qui figure au Congrès de Bordeaux, est celle de M. PICHON, sur un *Nouvel appareil de navigation aérienne*.

M. Pichon, persuadé que la solution du problème se trouve dans l'imitation du vol des oiseaux, a imaginé de suspendre une barque aérienne à deux axes transversaux portant à leurs extrémités des cadres à palettes mobiles. Ces axes recevraient une vitesse de vingt-sept tours par seconde, et les palettes, par une disposition particulière, ne presseraient sur l'air que dans un seul sens.

Des calculs un peu sommaires amènent M. Pichon à considérer son appareil comme très réalisable ; mais nous ne croyons pas que l'expérience, souveraine maîtresse en ces matières, ait prononcé jusqu'à présent.

1873

A Lyon, sous ce titre : *Exemple de l'application de la statique à la géométrie,* M. Collignon a donné une méthode, fondée sur la considération des centres de gravité, pour construire un triangle équivalent à un secteur circulaire. Le principe de cette solution est emprunté au tome II (§§ 183 et suiv.) de son *Traité de Mécanique*, où il s'est attaché à montrer le parti qu'on peut tirer de la Statique pour résoudre de nombreuses questions de Cinématique ou de Géométrie.

M. Tchebichef, à la même session, communique un travail *Sur un nouveau régulateur à force centrifuge.*

L'auteur, en présentant cet appareil montre expérimentalement qu'il remplit bien les conditions demandées à un régulateur. L'appareil est d'ailleurs plutôt théorique que pratique; il est surtout intéressant en ce qu'il donne la résolution matérielle d'une question mathématique.

De M. Marcel Deprez, il y a aussi deux communications; mais nous les passerons actuellement sous silence pour donner un coup d'œil général, dans la septième partie de la présente notice, aux travaux si remarquables et si originaux de ce jeune savant.

1874.

A Lille, M. Marey entretient le congrès *Des moyens d'économiser le travail moteur de l'homme et des animaux.* C'est un chapitre des beaux travaux qui l'ont conduit, depuis lors, à l'Académie des sciences. L'analyse de la production et de la transmission de la force musculaire montre que la force est engendrée dans le muscle en un temps très court (2 ou 3 centièmes de seconde) et employée d'abord à tendre le tissu élastique du muscle, qui agit à la manière d'un ressort, pour vaincre la résistance et faire du travail.

Ces circonstances sont favorables pour vaincre les résistances d'inertie, qui seraient énormes s'il fallait que les masses que déplacent nos muscles prissent la vitesse que commanderait la brièveté de l'action musculaire.

Cette transformation des forces de courte durée en tension élastique se retrouve partout dans la mécanique animale et offre une économie de travail, en diminuant les résistances. M. Marey a démontré au moyen d'un appareil théorique qu'une force vive appliquée à une masse sans intermédiaire élastique ne produit qu'un choc, et des vibrations sans travail utile, tandis que la même force, appliquée par l'intermédiaire d'un ressort élastique, produit du travail réel.

Enfin, l'auteur a proposé d'appliquer ce procédé de la nature pour utiliser les secousses et les chocs qui se produisent dans la traction des fardeaux; et au

moyen d'un organe légèrement extensible placé sur le trajet des traits d'une voiture, il a constaté au dynanomètre une économie notable (parfois 26 p. 0/0) du travail moteur.

1875

De M. DE LA GOURNERIE, il y a eu, au Congrès de Nantes, communication d'une *Note sur des expériences entreprises pour déterminer la direction des pressions qui se développent dans une arche biaise*. Nous nous contentons de la mentionner, car le débat qu'elle soulève, et qui s'est poursuivi depuis lors, est relatif à l'art de l'ingénieur, bien plutôt qu'aux mathématiques proprement dites. C'est toutefois une bonne fortune pour nous que M. de la Gournerie ait bien voulu devenir, en cette circonstance, notre collaborateur.

M. E. LENEVEU a communiqué un travail sur le *Tracé des engrenages épicycloïdes*. Son but est d'éviter l'existence d'une section de rupture intérieure à la circonférence primitive. Il a été conduit à prendre des circonférences génératrices dont les diamètres soient plus petits que les rayons des circonférences primitives. Il reste à déterminer le diamètre des circonférences génératrices, de manière à être assuré d'avoir une denture d'égale résistance, même après une certaine usure.

Une communication de M. SAINT-LOUP est intitulée : *Résistance de l'air au mouvement d'une lame plane*. Elle contient la description d'un appareil spécial pour l'étude de cette résistance. Les expériences, interrompues depuis lors, ont été reprises récemment, et on peut consulter utilement à ce sujet les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (séance du 16 juillet 1879).

De M. FOURET, à la même session, il y a une communication, dont le titre seul figure dans nos comptes rendus, sur la *Détermination graphique des moments fléchissants d'une poutre droite*. Ce travail a fait l'objet d'une note publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (t. LXXX, p. 1668) et d'un mémoire inséré dans les *Annales des ponts et chaussées* (avril 1876). M. Collignon, dans son *Cours de mécanique appliquée aux constructions*, a également introduit l'exposé de cette méthode, dont l'essence est dans la résolution graphique du système d'équations du premier degré auquel Clapeyron avait réduit le problème. La forme particulière de ces équations se prête à une solution géométrique élégante et très pratique.

1876

Au Congrès de Clermont-Ferrand, M. ARSON présente un *Essai de théorie sur le ventilateur à force centrifuge*. Cet appareil est très fréquemment appliqué, mais il ne semble pas, d'après M. Arson, qu'on sache en tirer toutes parti possible. L'auteur étudie les formes et proportions les plus rationnelle à donner à l'appareil, le tracé des aubes, les conditions de l'entrée de l'air

et les dispositions les plus propres à réduire la vitesse de l'air à la sortie. Pour compléter cette étude, l'auteur reconnaît, du reste, qu'il faudrait certains éléments fournis par l'expérience, et qu'on ne connaît pas bien encore.

Une communication de M. VALENTINO CERRUTI consiste en une *Etude sur quelques propriétés du viriel*. Cette fonction, introduite par Clausius, et importante dans la théorie des petits mouvements moléculaires, se définit par l'expression $\Sigma \left(X(x-\xi) + Y(y-\eta) + Z(z-\zeta)\right)$, X, Y, Z étant les composantes d'une force, x, y, z les coordonnées du point d'application, et ξ, η, ζ celles d'un point arbitraire par rapport auquel est évalué le viriel. De cette expression, M. Cerruti conclut très simplement plusieurs propriétés intéressantes, et y joint aussi quelques conséquences relativement à la théorie mathématique de la chaleur et de l'élasticité.

M. G. F. W. BAEHR, à la même session, présente une *Note sur la cinématique des fluides*. En considérant, pour les points du fluide qui environnent à une très petite distance un point pris pour centre, le déplacement relatif, par rapport à ce centre, estimé dans le sens du rayon vecteur, on trouve qu'autour de chaque point du fluide on peut décrire un système d'hyperboloïdes à une nappe, séparé par le cône asymptote d'un système d'hyperboloïdes à deux nappes, jouissant de la propriété suivante. La composante du déplacement relatif est dans le sens positif du rayon vecteur pour tous les points des surfaces de l'un des systèmes, et dans le sens négatif pour l'autre système. Sur le cône asymptote, le déplacement relatif est perpendiculaire au rayon vecteur.

De M. G. JUNG, nous avons une communication *Sur les problèmes inverses des moments d'inertie et des moments de résistance d'une section plane.*

Dans la formule $M = \frac{R\,J}{v}$ (voir COLLIGNON, *Cours de méc. appl. aux constructions*, 1re partie, résistance des matériaux, nouv. édition, 1877, page 128), M. Jung désigne le rapport $\frac{M}{R}$ sous le nom de *Moment de résistance.*

Cela posé, soit donnée une figure plane (p. ex. la section transversale d'une poutre droite). On sait déterminer graphiquement soit le *moment d'inertie* J, soit le *moment de résistance* M par rapport à un *axe neutre* donné.

Ici, inversement, il s'agit de *trouver une figure dont on connaît la forme et l'orientation dans son plan, sous la condition* :

A : *ou qu'elle ait, par rapport à un axe neutre déterminé, un moment d'inertie J donné d'avance*;

B : *ou bien qu'elle ait, par rapport à un axe neutre déterminé, un moment de résistance M donné d'avance.*

On résout ces deux problèmes inverses par la méthode graphique.

La solution est générale et uniforme pour toutes sortes de figures. Elle consiste en ce qui suit :

1° On construit arbitrairement une figure F′ homothétique à la figure F qu'il s'agit de trouver.

2° On en détermine directement, soit le moment d'inertie J′, soit le moment de résistance M′ selon qu'il s'agit du problème A ou du problème B.

3° Au moyen de ce premier résultat, on détermine graphiquement le rapport μ d'homothétie entre F′ et F.

4° Ce rapport μ étant trouvé, il ne reste qu'à construire la figure F homothétique à F′, et qui résout l'un ou l'autre des deux problèmes proposés.

M. Collignon a entretenu les première et deuxième sections du *Tracé graphique d'une orbite parabolique suivant les lois de Kepler*. Ce travail, dont le titre seul figure aux comptes rendus du Congrès de Clermont, contient un théorème publié depuis dans le *Journal de l'École polytechnique* (1879) et dont voici l'énoncé : « Lorsqu'un point mobile parcourt la parabole suivant les lois » de Kepler, et qu'on mène en ce point la normale à la trajectoire, le point » de rencontre de la normale et de la directrice est animé d'un mouvement » uniforme. »

Les comptes rendus contiennent un intéressant mémoire de M. A. Cornu, intitulé : *Théorie de la liaison synchronique des appareils oscillants*. L'essence même de cette théorie se trouve dans l'énoncé suivant, que l'auteur développe en l'accompagnant d'une analyse complète :

« Un corps en oscillation, pendule ou lame vibrante, reçoit une attraction » très faible pendant un temps très court, mais à des intervalles bien égaux. » Si la durée de l'oscillation diffère peu de la période de succession des » attractions extérieures, le système finit par prendre un mouvement oscilla- » toire et permanent, de même période que ces attractions. »

M. Cornu a été conduit à cette étude par le réglage du synchronisme de certains appareils au moyen des forces électro-magnétiques.

1877

Une communication de M. Collignon au congrès du Havre est intitulée *Recherches sur le mouvement épicycloïdal ;* elle a été insérée *in-extenso* dans nos comptes rendus. C'est la question particulière dont nous venons de parler un peu plus haut, et relative au mouvement parabolique, qui a conduit M. Collignon à considérer le mouvement épicycloïdal en tenant compte du temps, ou en imposant des conditions de vitesse à la courbe roulante.

Sur la cinématique des fluides, M. Baehr communique verbalement ce résultat, qui fait suite à ses travaux de l'année précédente sur le même sujet :

Si, par rapport à trois axes rectangulaires, les composantes du déplacement relatif satisfont à certaines conditions, telles que le mouvement permanent relatif soit périodique, alors on peut mener par chaque point du fluide une droite jouissant des propriétés suivantes : 1° les molécules sur cette droite restent en repos relatif ; 2° les autres décrivent des ellipses dont les centres sont

sur cette droite, et dont les plans sont tous perpendiculaires à une autre droite. Le mouvement sur ces ellipses a lieu comme si la molécule était attirée vers le centre, proportionnellement à la distance.

Il y a une seconde communication du même auteur *Sur un moyen mécanique de déterminer les rayons de courbure des différentes sections normales en un point quelconque d'une surface, par l'observation des temps d'oscillation d'une règle placée sur la surface.*

La formule qui donne le temps d'une oscillation très petite contient le rayon de courbure ; par conséquent, si le temps est donné par l'observation, on peut en déduire le rayon de courbure cherché.

M. Paul Guieysse communique une *Note sur les sondages à grande profondeur.* Dans cette note fort intéressante, l'auteur étudie les lois de la chute d'un plomb de sonde ; il arrive ensuite à la détermination de la profondeur par l'observation du temps de descente de longueurs fixes de la ligne de sonde. Sur un sujet analogue, M. Guieysse nous annonce, pour le présent congrès, un nouveau travail sur la détermination des courants de surface et de fond par les sondes, et qui formera la suite naturelle de la note dont nous venons de parler.

Enfin, de M. A. Duvergier, sous le titre : *Perfectionnement à l'indicateur Richard*, nous avons une communication de mécanique pratique. L'appareil Richard présente l'inconvénient de nécessiter un agencement cinématique spécial pour chaque machine. C'est à cet inconvénient que remédie M. Duvergier par la disposition ingénieuse qu'il propose, et dans le détail de laquelle il nous est malheureusement impossible d'entrer ici.

1878

Une communication de M. Collignon au congrès de Paris est intitulée : *planétaires obtenues en faisant varier la direction, mais non la grandeur de la vitesse initiale.* C'est une généralisation fort remarquable, et par un procédé tout à fait élémentaire, de la courbe de sûreté dans le tir parabolique. L'enveloppe dont il s'agit est une ellipse.

Il y a du même auteur une communication *Sur une manière de rendre tautochrones les oscillations d'un point le long d'une courbe plane.* Cette communication est insérée d'une manière très complète dans nos comptes rendus et fait l'objet d'une analyse fort intéressante. Le procédé théorique consiste essentiellement à substituer au point matériel un solide de révolution assujetti à rouler sur une *voie* dont la construction géométrique est indiquée. L'auteur fait ensuite l'appl cation de sa théorie au pendule composé. Son appareil *tautochronisateur* est en ce moment même en construction dans les ateliers Ruhmkorff.

M. LAISANT, fait une communication *Sur la cinématique du plan*, dont un extrait a été publié dans nos comptes rendus, et qui a paru *in extenso* dans les *Nouvelles Annales* (1878, p. 481-506). C'est une application de la méthode des équipollences aux principales questions de cinématique plane : vitesses, accélérations des divers ordres, mouvement d'une figure. La méthode de M. Bellavitis semble s'appliquer à ces recherches d'une façon particulièrement heureuse.

Une première communication de M. PH. GILBERT est intitulée : *Sur la réduction des forces centrifuges composées dans le mouvement relatif d'un corps solide.* Dans ce mouvement, les forces centrifuges composées de tous les points sont réductibles à une force R et à un couple G. Partant d'une expression particulière de la force centrifuge composée, on exprime les composantes parallèles à trois axes liés au corps, en fonctions des composantes de la rotation du système de comparaison, et de la rotation relative du corps lui-même. De là M. Gilbert déduit : 1° le théorème de M. Resal; 2° une construction géométrique simple de la résultante R ; 3° une construction géométrique également très simple de l'axe du couple résultant G; 4° diverses propriétés des forces centrifuges composées en général. — Les formules relatives à l'axe G donnent immédiatement l'équation des mouvements par rapport aux axes d'inertie des corps, obtenue par M. Quet.

Le même auteur a présenté un autre travail ayant pour titre *Sur l'application des équations de Lagrange aux mouvements relatifs.* On sait que Bour a donné les équations différentielles de Lagrange sous la forme convenable pour l'application aux mouvements relatifs. Ces équations sont ici établies par M. Gilbert d'une manière immédiate, et leur interprétation géométrique conduit à un théorème général important, sur le mouvement apparent d'un système dont le centre de gravité est fixe sur la terre. Appliqué aux problèmes du gyroscope complet, traités par M. Lottner et par Bour, ce théorème fournit, presque sans calcul, les équations différentielles du mouvement, même en tenant compte des quantités du même ordre que le carré de la rotation terrestre. Dans le cas où l'axe du gyroscope est libre dans tous les sens, l'intégration s'effectue au moyen des fonctions elliptiques. Dans le cas où cet axe ne peut se mouvoir que dans un plan fixe par rapport à la terre, on démontre qu'il oscille par rapport à sa position d'équilibre comme une pendule simple dont le plan d'oscillation tourne autour de la verticale, avec une vitesse angulaire constante (régulateur de Watt).

V

MÉCANIQUE CÉLESTE ET ASTRONOMIE. — GÉODÉSIE. — TOPOGRAPHIE. — ARPENTAGE.

1872

Sous le titre : *De la Méridienne de France*, il y a eu, au congrès de Bordeaux, une communication faite en séance générale par M. LE COMMANDANT PERRIER, alors capitaine.

Dans ce mémoire, il a montré comment la France avait perdu le premier rang longtemps occupé par elle en Géodésie. Tous les travaux exécutés par les ingénieurs-géographes de 1818 à 1831, c'est-à-dire les grandes opérations géodésiques de la Carte de France, sont calqués sur le modèle de la méridienne de Delambre et Méchain.

Instruments et méthodes d'observation restent immuables pendant toute cette période. On reste stationnaire en France, tandis qu'à l'étranger tout se transforme. Les ingénieurs géographes s'aperçoivent bien que le travail de Delambre, qui leur sert de base, est imparfait, mais ils continuent leurs opérations sans se préoccuper du côté scientifique de l'étude de la terre, uniquement absorbés par la nécessité de trianguler le pays pour les besoins de la Carte. Quand M. Perrier est entré au service géodésique en 1861, à ses débuts, il avait la conviction que les instruments répétiteurs de la France étaient supérieurs à tous autres, que nos méthodes étaient incomparablement plus parfaites que les méthodes des étrangers.

Envoyé la même année en mission en Angleterre, il put s'assurer qu'il n'en était pas ainsi, que la Géodésie s'était transformée, que les savants étrangers, après avoir été nos élèves, puis nos émules, étaient devenus nos maîtres.

Pendant neuf ans (1861-1869), le capitaine Perrier a rédigé notes sur notes pour prouver que les méthodes françaises devaient être transformées, mais il restait encore au dépôt de la Guerre deux ex-ingénieurs-géographes (général Blondel et colonel Levret), et ils croyaient toujours à l'infaillibilité de Delambre !

Ce n'est qu'en 1870, lorsqu'ils eurent quitté le Dépôt de la Guerre, qu'il fut possible de rompre hardiment avec une tradition surannée. Une circonstance heureuse vint en aide à M. Perrier. Il démontra, en 1868, que la liaison de l'Algérie avec l'Espagne était possible, et que cette liaison aurait pour conséquence l'extension de la méridienne de France jusqu'au Sahara, c'est-à-dire la mesure complète d'un arc de méridien de trente degrés d'amplitude.

Le maréchal Niel, frappé de l'importance de ce résultat, avait décidé que l'œuvre des ingénieurs-géographes serait reprise en entier avec des instruments nouveaux, et par les méthodes modernes.

Le mémoire que nous analysons contient la description du cercle azimutal réitérateur, et l'exposé de la méthode d'observation adoptée par l'auteur.

Depuis 1875, le cercle azimutal est employé par toutes les puissances de l'Europe. Voici les avantages qu'il présente :

Stabilité et simplicité, pas de cercle vertical; l'éclairage zénithal constant des divisions du limbe; suppression des temps morts des vis de rappel; microscopes à micromètres remplaçant les verniers; enfin réticule, ou fil mobile au moyen d'une vis micrométrique, et permettant de pointer plusieurs fois le même objet, afin de réduire l'erreur de pointé. Comme conséquence, suppression des signaux en bois ou en pierre, et substitution des signaux solaires de Gauss (héliotropes, employés pour la première fois en France).

De M. L. Respighi, directeur de l'Observatoire du Capitole, à Rome, il y a, en 1872, une communication *Sur la lunette zénithale de l'Observatoire du Capitole*. M. Respighi, avec un appareil très simple, a pu se procurer une lunette zénithale, dans laquelle la distance zénithale est mesurée directement au micromètre filaire, sans avoir besoin du renversement, ni de niveaux. Cet appareil repose principalement sur l'emploi d'un horizon de mercure placé vers le nadir, à une profondeur assez grande.

La lunette de M. Respighi pourra devenir aussi très utile pour les recherches géodésiques et spécialement pour l'étude des déviations anormales de la verticale.

Une seconde communication du même auteur est intitulée : *Sur la scintillation des étoiles.*

M. Respighi montre comment le spectroscope appliqué au télescope est l'instrument le mieux approprié à l'étude du phénomène de la scintillation. Ce mode d'observation, qui remonte à l'année 1868, a conduit M. Respighi à considérer l'effet des interférences sur la scintillation comme tout à fait secondaire. Il en trouve la cause principale dans la dispersion atmosphérique, les réfractions extraordinaires et le mouvement rotatoire de la terre, et il établit ainsi la base d'une théorie complète de la scintillation.

Enfin, il y a une troisième communication de M. Respighi, au congrès de Bordeaux, *Sur les protubérances solaires.* Dans cette communication, l'auteur expose le résultat de ses études, poursuivies sans interruption sur cette question du 26 octobre 1869 au 31 juillet 1872, et des observations ininterrompues faites dans cette période sur la chromosphère et les protubérances pour le limbe entier du soleil.

La description détaillée de ces phénomènes, qui ne saurait être présentée sous une forme sommaire, conduit M. Respighi à admettre, comme conséquence assez probable, que les taches ne sont pas constituées par des cavités, trous ou grandes crevasses de la sous-sphère, mais pas de simples modifications de la surface incandescente du soleil.

De M. Laporte, les comptes rendus du congrès de Bordeaux ont publié une communication sur *l'Application des machines à diviser aux instruments*

de géodésie. Justement préoccupé du grand intérêt qu'il y a à obtenir pour les instruments de géodésie des divisions angulaires aussi rigoureuses que possible, l'auteur a imaginé et décrit un dispositif ingénieux, lequel avait reçu, paraît-il, l'approbation de l'illustre Delaunay. Il faudrait cependant, croyons-nous, pour pouvoir porter un jugement équitable sur la valeur pratique de l'appareil de M. Laporte, attendre que cet appareil fût effectivement exécuté, tandis que l'auteur, en 1872, n'a pu nécessairement présenter qu'un simple modèle.

Enfin une communication particulièrement intéressante est celle qu'a présentée M. D'ABBADIE sous le titre d'*Études sur la verticale*.

Depuis Lalande, aucun astronome n'a affirmé que la verticale est immobile, et cependant tout le monde l'admet implicitement comme un axiome, à en juger du moins par les comparaisons des déclinaisons d'étoiles, comme il s'en fait journellement. Pour s'assurer par l'expérience que l'immobilité du fil à plomb est réelle, M. d'Abbadie a d'abord observé pendant longtemps des niveaux fixes posés sur le rocher dans une cave. Plus tard, afin de se ménager un appareil sujet à moins d'objections, il a fait construire sur un puits profond de deux mètres, creusé dans le roc, un cône tronqué haut de neuf mètres, large de quatre mètres à sa base et dont l'axe creux est terminé en haut par une voûte solide de béton, percée par un trou. A la surface supérieure de ce cône tronqué, sur une largeur de deux mètres, une lampe éclairait la croisée des fils au moyen d'un miroir. L'image de cette croisée traversant avec la lumière une lentille fixée an fond allait se réfléchir sur une surface de mercure placée sur le sol du puits et se laissait observer au moyen d'un microscope muni d'un micromètre. On constatait ainsi les moindres variations de la surface mercurielle qui est rigoureusement perpendiculaire à la position de la verticale. Le foyer de la lentille fixée au bas du puits étant long de dix mètres, il a été possible de mesurer des variations de trois centièmes de seconde.

L'immobilité du fil à plomb a rarement persisté pendant vingt-quatre heures de suite. M. d'Abbadie a pris pour unité 1'' ou le dixième décimal du quadrant. En 1871, il a observé une déviation de 7'' en six heures. En 1872, le plus grand écart fut de 13'',9 ou 45 minutes sexagésimales. Les courbes de ces variations ne s'accordant ni avec celles du thermomètre, ni avec d'autres phénomènes constatés en même temps, on est amené à croire que le sol oscille toujours dans de petites limites ou que des forces encore inconnues occasionnent ces mouvements de la verticale. Ils ont été constatés plus tard en Italie par de nombreux observateurs de pendules libres. M. Bouquet de la Grye les a vus, en 1874, dans l'hémisphère austral.

1873

Au congrès de Lyon, nous avons une communication *Sur le méridien unique*, par M. A. HUREAU DE VILLENEUVE. Après avoir fait l'histoire des dif-

férents méridiens nautiques (ceux de l'île de Fer, de Paris, de Greenwich), l'auteur arrive à cette conclusion que toutes les nations, sauf la France, emploient aujourd'hui le méridien de Greenwich pour la navigation. Ce méridien coupe le littoral français à Villers-sur-Mer, à 534 mètres du clocher de Villers. Il serait très possible, d'après M. Hureau de Villeneuve, d'établir en ce point un observatoire, et il y aurait tout avantage à se tenir à ce méridien, comme méridien nautique, tout en conservant pour l'astronomie le méridien de Paris.

M. Lisbonne a décrit un *Cadran solaire azimutal*, imaginé par lui, et sur lequel une note intéressante figure dans nos comptes rendus.

Dans ce cadran, qui est horizontal, l'heure est obtenue par l'azimut du soleil à l'instant considéré. L'azimut, l'angle horaire, la latitude du lieu, la déclinaison du soleil sont liés par une formule de trigonométrie sphérique. La solution de M. Lisbonne consiste à chercher par la géométrie une construction graphique de la formule. On arrive à résoudre le problème au moyen du tracé d'une ellipse.

1874

Sous le titre *Déplacements séculaires des plans des orbites et des équateurs dans le système solaire*, M. Souillart a communiqué au congrès de Lille une proposition de mécanique céleste, à laquelle il avait été conduit par ses recherches sur les satellites de Jupiter, et dont voici l'énoncé :

« En considérant l'ensemble de tous les astres du système solaire, planètes et » satellites, et ayant égard aux actions individuelles de chacun d'eux sur tous les » autres, ainsi qu'à la figure de ces divers corps, on peut déterminer, par » une même analyse, tout à la fois les déplacements séculaires des plans des » orbites qu'ils décrivent, les uns autour du soleil, les autres autour d'une » planète, et les déplacements des équateurs de tous ces astres. Ces déplace- » ments dépendent d'un système d'équations différentielles linéaires, tout pareil » à celui qu'on obtient habituellement quand on se borne à considérer les » orbites des planètes. »

La solution d'un problème aussi général n'a d'intérêt qu'au point de vue théorique; car ce système unique d'équations différentielles se partage de lui-même, à cause des valeurs numériques très inégales des coefficients, en groupes plus ou moins indépendants, différant peu de ceux qu'on obtient d'ordinaire en décomposant la difficulté à priori. Toutefois les formules générales pourront permettre d'apprécier nettement, dans chaque théorie particulière, l'erreur que l'on commet en négligeant certaines influences.

A cause de cette circonstance que les mouvements non troublés des divers astres s'effectuent autour de centres différents, les nombreuses fonctions perturbatrices qu'il y a lieu de considérer sont, pour la plupart, beaucoup plus compliquées que celles que l'on rencontre habituellement.

La géodésie tient au congrès de Lille une place importante. C'est d'abord une communication de M. le général Ibañez sur les *Travaux géodésiques et*

topographiques de la carte d'Espagne. Il nous est impossible de résumer ici l'extrait qui a été inséré dans nos comptes rendus et qui donne un aperçu bien intéressant de l'organisation du service géodésique en Espagne, et des résultats obtenus. Il nous paraît seulement utile d'attirer spécialement sur cette question l'attention du public scientifique français, à l'heure où les deux nations, l'Espagne et la France, s'occupent de compléter l'œuvre d'Arago en opérant la jonction géodésique de l'Espagne avec l'Algérie. Cette opération, sur le succès de laquelle nous fondons le plus ferme espoir, est précisément conduite par le général Ibañez, d'une part, et par le commandant Perrier, de l'autre.

Une communciation non moins digne d'intérêt est celle de M. LE MARQUIS J. RICCI *Sur les opérations géodésiques en Italie.* La note détaillée qui figure dans nos comptes rendus est divisée en deux parties : Opérations géodésiques avant la formation du royaume d'Italie ; — Travaux géodésiques après 1860. On y trouve la description complète de la triangulation et l'indication des moyens employés, ainsi que des renseignements sur les cartes publiées ou en préparation. Une planche, jointe à la note, représente le réseau de premier ordre des provinces méridionales de l'Italie.

1875

A Nantes, M. HUBERT présente *Sur l'Agromètre,* instrument inventé par lui, des considérations dignes d'intérêt et qui lui ont mérité à juste titre un encouragement de l'Association. L'objet principal de cet ingénieux appareil est d'éviter dans l'arpentage l'emploi de la chaîne, et par suite de faire gagner beaucoup de temps. On y arrive au moyen d'un compteur métrique, fondé sur la similitude des triangles, et qui fonctionne à peu près à la manière de la stadia.

Sur l'observation du passage de Vénus à l'île Campbell, M. PH. HATT, a indiqué, dans une notice plutôt historique que scientifique, mais cependant pleine d'intérêt, les principales observations faites par la mission scientifique à laquelle il appartenait. Il a montré aussi le parti qu'on en pourrait tirer. Il faut espérer que l'auteur, soit à ce congrès, soit ultérieurement, pourra reprendre ces travaux et donner les résultats qu'il faisait alors espérer.

1876

Il n'y a, au congrès de Clermont-Ferrand, qu'une seule communication relative à la géodésie ; c'est celle de M. LE COMMANDANT PERRIER, intitulée : *État actuel des travaux relatifs à la méridienne de France.* Dans ce travail, l'éminent géodésien a fait connaître à l'Association que les triangles de la nouvelle méridienne s'étendaient déjà depuis les Pyrénées jusqu'à Bourges, et que les résultats obtenus avaient été considérés par l'Association géodésique internationale comme réalisant un progrès considérable.

Il montre aussi que les observations de nuit, jusque là dédaignées, étaient plus précises que les observations de jour et devaient entrer dans la pratique de la géodésie moderne.

A son exemple, tous les géodésiens de l'Europe observent aujourd'hui pendant la nuit, en profitant de toutes les circonstances favorables à la réduction et à la tranquillité des images lumineuses.

Il indique que la France, depuis 1873, est représentée au congrès de l'Association géodésique internationale, d'où elle était restée systématiquement exclue jusque-là, et que ses délégués y ont joué un rôle important.

Enfin, il parle de la création d'un observatoire permanent du dépôt de la guerre à Montsouris, destiné à dresser les jeunes officiers à la manœuvre des instruments, à la pratique des méthodes d'observation et de calcul de haute précision, ainsi qu'à la détermination des coordonnées géographiques dans un voyage d'exploration. Cette création a déjà produit les plus heureux effets.

Dans la session suivante, il y a eu encore d'autres communications du commandant Perrier, dont nous regrettons de ne pas avoir à rendre compte, vu qu'elles ont eu lieu dans d'autres sections que les nôtres. Mais nous ne saurions abandonner ce sujet sans payer un juste tribut d'éloges à celui qui a rendu, de nos jours, à la géodésie française la place qu'elle n'aurait jamais dû perdre.

1877

M. Grolous présente, au Havre, une *Etude sur les variations de force vive des planetes*. Ce sont des développements sur cette idée originale, que la déperdition apparente de force vive, lorsque la terre passe du périhélie à l'aphélie, doit se retrouver sous forme de chaleur. Il nous semble qu'il y a dans ces considérations, et surtout dans les déductions de l'auteur, une forte part faite à l'hypothèse.

Il y a de M. Leveau, une *Note sur la comète périodique de d'Arrest*. Cette comète, découverte en 1851, n'a pas encore été suffisamment étudiée. Le but de l'auteur a été de déduire, des observations de 1851, 1857 et 1870, des éphémérides exactes pour la découverte des éléments. Le succès a couronné ses efforts, et on a pu faire des observations en 1870 et 1877 d'après les éphémérides qu'il avait fournies. Le mémoire de M. Leveau sur la comète de d'Arrest a été imprimé dans le tome XIV des Annales de l'Observatoire.

M. L. Botkine a entretenu les première et deuxième sections des *Changements hypothétiques survenus à la surface de la lune*. L'auteur a cherché à grouper de nombreuses observations sélénographiques, qui le portent à croire que des agents d'une nature inconnue agissent encore de nos jours à la surface de la lune et tendent à modifier dans une certaine mesure la configuration du sol lunaire. Il y a là un sujet d'études importantes au point de vue astronomique, et auxquelles on se livre avec une certaine ardeur en Allemagne et en Angleterre.

Sur une nouvelle méthode de levé à la planchette, nous avons une communication de M. L. Lottin. Étant donnés sur le terrain trois points en ligne droite, lorsqu'on sait que les deux extrêmes sont à la même distance du point intermédiaire, on peut se proposer de mener une parallèle à la droite ainsi déterminée. Tel est le but du petit appareil de M. Lottin, dont le levé à la planchette n'est qu'une application particulière.

M. J. A. Normand présente un travail *Sur les occultations d'étoiles par Mars, observables pendant l'opposition de 1877*. L'auteur s'attache surtout à prouver, par des faits et des raisonnements, que l'observation des occultations d'étoiles par Mars constitue un moyen très exact de déterminer avec précision la parallaxe solaire.

1878.

Au congrès de Paris, M. Pierre Sindico, dans une communication intitulée *l'Anti-Copernic*, a entrepris de prouver que les idées admises aujourd'hui par tous les astronomes sont fausses. N'insistons pas ; M. Sindico ne pourrait, ni nous convaincre, ni être convaincu par nous.

De M. Cousté, il y a, *Sur la permanence du système solaire*, une communication où l'auteur entreprend de combattre certains arguments invoqués contre cette permanence. La résistance de l'éther et l'action des marées, en particulier, lui paraissent des objections erronées.

M. Jaubert présente un *Réflecteur parabolique à très court foyer*, construit par lui et qui peut rendre à l'astronomie les plus signalés services. La distance focale de ce réflecteur est égale à trois fois le diamètre.

VI

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE.

1872

La physique mathématique tient dans nos travaux une place extrêmement restreinte, ce qui s'explique par l'existence d'une section de physique dans notre association. Cependant deux communications importantes nous ont été apportées.

Dès le congrès de Bordeaux, il y en a eu une de M. Saint-Loup, *Sur l'expression de la force élastique d'une vapeur saturée, en fonction de la température*. Le bu

essentiel de l'auteur est de faire connaître deux formules d'un emploi commode et qu'on peut écrire :

$$p = C\left(1 - \frac{B}{T}\right)^n \qquad \theta \log \varpi = -m$$

B, C, n constantes particulières à chaque vapeur ; t, température ; $T = 273 + t$; m, constante; θ, température comptée à partir d'une certaineo rigine : ϖ, pression rapportée à une certaine unité. Ces deux formules reposent respectivement sur ces deux propriétés :

« 1° Le rapport de la chaleur convertie en travail sous pression constante à » la chaleur de vaporisation est proportionnelle à la température ;

» 2° Si les pressions varient en progression géométrique, les inverses des » températures correspondantes sont en progression arithmétique. »

1876

En 1873, 1874, 1875, aucune communication sur la physique mathématique.

A Clermont-Ferrand, nous en avons une de M. J. Grolous intitulée *Etude sur la thermostatique des corps*. L'auteur, reprenant une étude présentée à la Société Philomatique le 13 novembre 1875, cherche une relation entre le volume d'un corps et la quantité de chaleur qu'il renferme. Ses formules, qu'on peut trouver dans la note publiée à nos comptes rendus, semblent dignes d'intérêt. M. Grolous croit que les densités primordiales des corps sont proportionnelles, non à leurs équivalents chimiques, mais à des nombres présentant des rapports simples avec ces équivalents.

VII

QUESTIONS DIVERSES

1874

Nous rangeons sous ce titre un certain nombre de communications qui peuvent difficilement rentrer dans l'une des divisions précédentes.

A Lille, il y en a une de M. le colonel Laussedat : *Sur la télégraphie optique*. Après avoir exposé le principe si simple du système de télégraphie optique qui a été proposé pendant le siège de Paris, l'auteur insiste sur les services que cette télégraphie peut rendre dans les places assiégées et en campagne. Il est permis de croire que cette conférence a pu déterminer le service du génie à s'occuper plus sérieusement du système.

1876

A Clermont-Ferrand, M. Tchebichef présente une *Machine arithmétique additive à mouvement continu*. Il serait assez difficile de décrire ici le mécanisme de cet intéressant appareil, ingénieux comme toutes les découvertes de l'illustre géomètre russe, et qu'on a pu voir dans la section russe, au Champ de Mars, à l'Exposition universelle de 1878.

1878

Au congrès de Paris, M. Payen présente *l'Arithmomètre Thomas de Colmar*, qui paraît être aujourd'hui l'instrument le plus complet et le plus pratique, en fait de machines à calculer, et qui permet d'effectuer toutes les opérations de l'arithmétique avec une facilité remarquable.

Une communication de M. Ed. Lucas, *Sur l'emploi de l'arithmomètre Thomas dans l'arithmétique supérieure*, se rapporte directement à la précédente. M. Lucas montre tout le parti qu'on peut tirer de l'appareil en question pour des recherches semblables à celles qu'il a entreprises lui-même sur les nombres premiers.

De M. Genaille, *Sur une nouvelle machine à calculer*, nous avons une communication dans laquelle l'auteur présente des tablettes disposées de la manière la plus ingénieuse, et permettant d'effectuer à vue des calculs assez compliqués. Cette méthode, qui fournit le principe d'une machine à calculer tout à fait nouvelle, appelle quelques perfectionnements. M. Genaille nous a fait espérer qu'il nous communiquerait les résultats de ses recherches ultérieures.

NOTE SUR LES COMMUNICATIONS DE M. MARCEL DEPREZ.

Nous tenons à grouper ici, comme nous l'avons annoncé plus haut, quelques observations générales sur les communications si intéressantes de M. Marcel Deprez, dont il est bon de donner tout d'abord la nomenclature.

1873 (Lyon) Sur la mesure des forces variant très rapidement.
— Sur les machines à calculer.
1874 (Lille) Représentation mécanique des fonctions.
— Appareil pour la résolution mécanique des équations.
— Théorèmes relatifs à l'influence de l'espace nuisible des machines à vapeur; moyen de supprimer cette influence.
— Sur un instrument intégrateur.
1875 (Nantes) Sur la représentation graphique des lois du choc.
— Sur la mesure des pressions des gaz de la poudre.
— Appareil pour mesurer a vitesse des locomotives.
— Sur la transformation mécanique des fonctions.

1876 (Clermont) Sur une machine destinée à l'étude des lois du frottement et du pouvoir lubréfiant des corps gras.

— Théorie des régulateurs.

1877 (Le Havre) Appareil à tiges pour la composition des mouvements.

1878 (Paris) Sur les régulateurs de vitesse.

Comme on le voit déjà par l'énumération qui précède, les communications de M. Marcel Deprez ont porté principalement sur les sujets suivants :

1° Appareils de calcul. — *Machines à équations.* — Elles se composent de deux types principaux :

1er Type. — Transformation des fonctions algébriques en fonctions circulaires.

$A x^m + A_1 x^{m-1} + \ldots\ldots$ se transforme en posant $x = r \cos \alpha$ en un polynôme de la forme : $B \cos m\alpha + B_1 \cos(m-1)\alpha + \ldots\ldots$

L'appareil montre que cela peut se traduire au moyen d'un mécanisme composé de roues dentées et de manivelles.

2me Type. — Emploi d'un plateau entraînant par frottement des roulettes animées d'un mouvement hélicoïdal.

L'équation qui exprime la relation entre les chemins parcourus par les roulettes et l'angle décrit par le plateau est de forme logarithmique; l'équation qui exprime au contraire la relation entre les chemins parcourus par deux roulettes est de forme algébrique.

Le principe appliqué dans la machine à équations du premier type, a permis à M. Marcel Deprez d'imaginer les appareils ci-après :

(*a*) Intégrateur;

(*b*) Transformateur, c'est-à-dire instrument transformant une figure en une autre dont l'aire est représentée par

$$\int y^m dx$$

l'aire de la courbe primitive étant représentée par

$$\int y dx;$$

(*c*) Mécanisme très simple par l'intermédiaire duquel l'effort variable d'un ressort est rendu constant;

(*d*) Régulateur isochrone;

(*e*) Indicateur de vitesse à force centrifuge dans lequel l'élévation du manchon est proportionnelle à la vitesse;

(*f*) En général, principe donnant la solution matérielle de tous les problèmes d'équilibre entre une force qui est fonction du déplacement d'un point et une force constante, telle que la pesanteur, appliquée à un autre point.

2° Influence des espaces libres dans les machines a vapeur. — M. Marcel Deprez a donné une démonstration nouvelle, très générale et sans aucune hypothèse, du théorème suivant :

« Lorsque dans une machine à vapeur à détente complète, la compression est réglée de manière à ramener la tension de la vapeur à être égale à celle

de la chaudière au commencement de l'admission anticipée, le rendement économique d'une telle machine est le même que celui d'une machine parfaite n'ayant ni espace libre ni admission anticipée. »

Cette proposition avait déjà été énoncée par Zeuner, mais d'une façon beaucoup plus restreinte et en s'appuyant sur les équations de la thermodynamique.

3° Représentation graphique des lois du choc fondée sur une application du théorème du mouvement du centre de gravité. — Ce tracé graphique très simple donne immédiatement la vitesse, en grandeur et en direction, des corps élastiques ou non qui se sont choqués.

4° Appareil a tiges articulées pour la composition de plusieurs mouvements, fondé sur une propriété nouvelle du pantographe, démontrée en 1877, et qui est la suivante : Lorsque deux des trois points qui sont toujours en ligne droite dans un pantographe, sont animés de mouvements dont les vitesses ont des grandeurs et des directions quelconques, le mouvement du troisième point prend une vitesse qui est parallèle à la vitesse résultante des deux autres points. M. Marcel Deprez a appliqué ce principe à un indicateur dynamométrique pour machines à vapeur dont le style trace les diagrammes sur un papier en repos.

5° Études sur les régulateurs en général, et, en particulier, les régulateurs de vitesse. — Le fait principal qui ressort de ces études, c'est que le problème de la régularisation complète de la vitesse — ou d'un phénomène quelconque soumis à des causes de variation, — ne peut être complètement résolu que dans des cas restreints et que la classe des régulateurs dits *isochrones* n'atteint pas le but.

M. Deprez a étudié cependant trois types de régulatenrs qui approchent beaucoup de la solution rigoureuse et dont deux ont déjà été construits. Ils ont donné des résultats très satisfaisants, l'un pour les machines à vapeur, l'autre pour les appareils de précision. Dans ce dernier cas, les variations de vitesse n'atteignent pas $\frac{1}{1000}$ de la vitesse moyenne, quand on triple la force motrice. Ajoutons que ce dernier régulateur est d'une exécution très facile.

6° Appareils servant a enregistrer les valeurs successives des forces variant très rapidement, telles que les explosions :

(*a*) *Balances manométriques.* — Le principe sur lequel sont fondés ces appareils consiste à employer une pression antagoniste de valeur connue pour déterminer l'instant précis où l'action des gaz de la poudre fait équilibre à cette pression. En réglant convenablement la pression antagoniste, on peut approcher aussi près que possible de la valeur exacte de la force à mesurer.

En outre, on peut, avec un chronographe spécial, muni des enregistreurs électriques Marcel Deprez, obtenir la courbe de la succession des pressions produites pendant la durée de la combustion de la charge.

(*b*) *Accéléromètre.* — Appareil très simple, servant à connaître la succession des vitesses et par suite les accélérations d'un piston obéissant librement à l'action des gaz de la poudre.

(*c*) *Accélérographe.* — Appareil se composant, comme le précédent, d'un pis-

ton recevant l'action des gaz sur sa base, mais donnant, en plus des indications du premier, le tracé d'une courbe qui fait connaître la loi des espaces parcourus par le piston en fonction des temps.

Ces divers appareils ont été mis en service en 1874, à la fonderie de Nevers, à Gâvre et enfin à Sevran, où les membres de l'Association française ont pu les voir fonctionner sur des bouches à feu de 24 centimètres, tirant à la charge de 28 kilogrammes de poudre. (Pour les détails, voir les deux brochures du lieutenant-colonel d'artillerie de marine H. Sébert : *De la mesure des pressions développées par les gaz de la poudre* et *Notice sur les appareils Marcel Deprez*, Tanera, éditeur, 1875 et 1877, Paris.)

Wagon d'expériences construit a la Compagnie des chemins de fer de l'Est pour étudier simultanément les efforts développés sur la barre d'attelage et le travail de la vapeur dans les cylindres de la machine en marche. — L'usage de l'indicateur de Watt est devenu très général depuis quelques années sur les machines fixes, tandis qu'il a toujours été très restreint sur les locomotives. Cela tient à deux causes : 1° L'inexactitude des indications de cet instrument lorsqu'on l'applique à des machines à mouvement rapide et à grande détente ; 2° la gêne qui résulte, et pour le service et pour les expérimentateurs, de la présence de ces derniers sur la machine.

M. Deprez a supprimé ces deux inconvénients en appliquant aux locomotives les méthodes d'expérimentation qu'il avait mises en œuvre pour l'artillerie. Il a dû résoudre en outre quelques problèmes accessoires présentant d'assez grandes difficultés, telles que la reproduction *rigoureusement exacte*, à distance, du mouvement des roues de la locomotive. Toutes ces difficultés ont été levées, et le wagon d'expériences de la Compagnie de l'Est, pourvu des appareils de M. Deprez, a pu figurer à l'Exposition de 1878. Depuis cette époque, il a effectué un certain nombre de voyages qui ont démontré que le but que s'était proposé M. Deprez était atteint autant que le permettaient les conditions qui lui avaient été imposées.

M. Deprez a également construit pour la Compagnie du chemin de fer du Nord un appareil plus simple que celui de la Compagnie de l'Est, mais qui donne des résultats d'une précision supérieure.

NOTE FINALE

La notice historique qu'on vient de lire peut donner une idée de l'importance croissante des communications mathématiques dans l'ensemble des travaux de l'Association française pour l'avancement des sciences.

Je ne saurais la terminer ici sans adresser mes remercîments à tous ceux de nos collègues qui ont bien voulu m'envoyer des notes, m'aider de leurs conseils, devenir enfin mes collaborateurs dans la tâche que j'avais entreprise.

Aux travaux analysés ci-dessus, il importe d'ajouter ceux communiqués, soit à la section de physique, soit à celle du génie civil et militaire, soit à celle de navigation, et qui ne sont fort souvent autre chose que des applications directes des mathématiques.

Enfin, pour un certain nombre de communications, dont le titre seul a été inséré dans nos comptes rendus, il m'a été impossible de me procurer des renseignements, et j'ai dû conséquemment les passer sous silence. On en trouvera ci-dessous la liste qui complète le tableau que nous avons essayé de tracer.

LISTE DES COMMUNICATIONS QUI N'ONT PU ÊTRE ANALYSÉES DANS LA NOTICE HISTORIQUE.

Lille. — 1874.

M. Catalan. — *Sur un lieu géométrique.* — *Sur l'hélice tracée sur un cylindre droit dont la base est une chaînette.*

Nantes. — 1875.

M. Fouret. — *Sur une application de l'appareil de Hart.*

M. Toulon. — *Sur un appareil pour effectuer la cubature des terrassements.*

M. Duvergier. — *Des tensions des courroies sur les tourillons des poulies.*

Clermont-Ferrand. — 1876.

M. Laroche. — *Résolution graphique des équations.*

M. Halphen. — *Théorèmes concernant les relations entre les tangentes singulières de certaines courbes.*

M. Tchebichef. — *Nouveau genre de problème du calcul des variations.*

M. Henry. — *Méthode générale pour la détermination du centre de gravité de la surface des polygones plans.*

Le Havre. — 1877.

M. Folie. — *Théorème concernant les segments d'une transversale tracée dans les plans de deux triangles homologiques.*

M. Sylvester. — *Fractions génératrices pour les deux cas d'un nombre indéfini de formes linéaires et de formes quadratiques binaires, et liaison algébrique entre les deux numérateurs.*

M. Fleury. — *Présentation d'un appareil de sauvetage.*

Paris. — 1878.

M. Tchebichef. — *Intégration des équations différentielles du premier ordre.*

M. Henry J.-S. Smith. — *Théorie des équations modulaires et son application celle des déterminants des formes quadratiques.*

E. AMIGUES
Professeur de mathématiques spéciales au Lycée de Nîmes.

DE QUELQUES PROPRIÉTÉS D'UNE FAMILLE DE COURBES, REPRÉSENTÉE PAR UNE ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE A DEUX VARIABLES.

— Séance du 29 août 1879. —

§ I

1. — Soit $y = cx + d$ l'équation d'une asymptote à une branche de courbe. L'équation de cette branche est alors de la forme

$$(1) \qquad y = cx + d + \frac{e}{x^\alpha} + \frac{f}{x^\beta} = \ldots\ldots$$

$$0 < \alpha < \beta < \ldots\ldots$$

De l'équation (1) on déduit que pour $x = \infty$, on a

$$\lim \frac{y}{x} = c \quad \lim \frac{dy}{dx} = c \quad \lim \frac{d^2 y}{dx^2} = 0$$

$$\lim \frac{d^3 y}{dx^3} = 0 \quad \& \ldots\ldots\ldots$$

2. — Soit dès lors une famille de courbes à n paramètres variables représentée par l'équation

$$(2) \qquad f\left(x,\ y,\ \frac{dy}{dx},\ \frac{d^2y}{dx^2},\ \ldots\ \frac{d^n y}{dx^n}\right) = 0$$

Pour avoir les directions asymptotiques, il faut chercher $\lim \frac{y}{x}$ pour $x = \infty$. Posons

$$(3) \qquad y = \gamma x$$

γ est alors une fonction de x, dont il faut trouver les valeurs pour $x = \infty$.

Différentions plusieurs fois l'équation (3) et représentons les dérivées de γ par γ', γ'', γ'''....; nous aurons :

$$(4) \qquad \begin{cases} \dfrac{dy}{dx} = \gamma + x\gamma' \\ \dfrac{d^2 y}{dx^2} = 2\gamma' + x\gamma'' \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \dfrac{d^n y}{dx^n} = n\gamma^{(n-1)} + x\gamma^{(n)} \end{cases}$$

L'équation qui définit la fonction γ est alors

$$(5) \qquad f(x, \gamma x, \gamma + n\gamma', 2\gamma' + x\gamma'', \ldots n\overset{(n-1)}{\gamma} + x\gamma^{(n)}) = o$$

Mais nous ne voulons les valeurs de γ que pour $x = \infty$, ce qui permet de ne pas intégrer cette équation dans la plupart des cas.

En effet, des identités (4) on tire pour $x = \infty$.

$$\begin{aligned} c &= c + \lim(x\gamma'), \text{ ou } \lim(x\gamma') = o \\ o &= 2\lim\gamma' + \lim(x\gamma''), \quad \text{ou} \quad \lim(x\gamma'') = o \\ o &= 3\lim\gamma'' + \lim(x\gamma'''), \quad \text{ou} \quad \lim(x\gamma''') = o \end{aligned}$$

ainsi de suite.

Si donc, dans l'équation (5) on fait tendre x vers ∞, comme γ tend vers c et que les autres quantités

$$\begin{gathered} \gamma + x\gamma' \\ 2\gamma' + x\gamma'' \\ \vdots \\ n\gamma^{(n-1)} + x\gamma^{(n)} \end{gathered}$$

tendent vers o, on a une équation $\varphi(c) = o$ qui donne c, et qui est algébrique ou transcendante.

On voit par là que les directions asymptotiques de la famille sont indépendantes des paramètres arbitraires, c'est-à-dire qu'elles sont les mêmes pour toutes les courbes de la famille.

Ce théorème n'est en défaut que si l'équation $\varphi(c) = o$ est une identité. Les familles pour lesquelles cette circonstance se présente seront appelées ici *familles singulières*.

A une racine simple c_1 de l'équation $\varphi(c) = o$, il peut correspondre une direction asymptotique multiple. Car, si on cherchait la fonction γ, on pourrait avoir

$$\gamma = c_1 + \psi(x)$$

$\psi(x)$ s'annulant pour $x = \infty$ mais étant susceptible de plusieurs ou même d'une infinité de déterminations.

3. — Soit c une racine de l'équation $\varphi(c) = o$. Dans l'équation (2) posons

$$(6) \qquad y - cx = \delta.$$

δ est alors une fonction de x, qui pour $x = \infty$ donne les ordonnées à l'origine des asymptotes parallèles à la droite

$$y = cx.$$

Différentiant l'équation (6) on a

$$\frac{dy}{dx} = c + \delta'$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \delta''$$

etc...

L'équation (2) donne alors

$$f\left(x,\ cx + \delta,\ c + \delta',\ \delta'' \ldots \delta^{(n)}\right) = o. \tag{7}$$

Il ne faut pas croire que les valeurs limites de δ seront les mêmes pour toute la famille. Car pour $x = \varkappa$, δ tend vers d, δ', δ''... vers o, et l'équation est

$$f\ (\varkappa,\ c\varkappa + d,\ c,\ o,\ o,\ \ldots) = o.$$

Il semble bien que cette équation doit donner d, mais elle est toujours une identité en d. Car on peut l'écrire

$$f\ (\varkappa,\ c\varkappa,\ c,\ o,\ o,\ \ldots) = o.$$

On voit alors qu'elle n'est autre que l'équation

$$\varphi\ (c) = o.$$

4. — Application. Soit

$$S = Ax^2 + 2\,Bxy + Cy^2 + 2\,Dx + 2\,Ey + F$$
$$S' = A'x^2 + 2\,B'xy + C'y^2 + 2\,D'x + 2\,E'y + F' = o.$$

On demande de trouver les directions asymptotiques de la famille

$$S\left[\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - 1\right] + S'\,e^{-x^2}\frac{dy}{dx} = o.$$

On trouve quatre directions asymptotiques communes à toutes les courbes de la famille et dont les coefficients angulaires sont racines de l'équation.

$$(A + 2\,Bc + Cc^2)\ (c^2 - 1) = o.$$

5. — Supposons en particulier une équation différentielle du premier ordre, algébrique en x, en y et en $\frac{dy}{dx}$. Cette équation peut se représenter ainsi

$$A\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu} + B\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu - 1} + \ldots\ldots = o \tag{8}$$

A, B, etc... étant des polynômes en x et y, dont le degré maximum est ν.

On voit que par chaque point du plan il passe μ courbes de la famille, puisque pour des valeurs données de x et y, l'équation donne μ valeurs de $\frac{dy}{dx}$.

On voit tout aussi facilement qu'une droite quelconque du plan, représentée par l'équation.

$$y = mx + n \tag{9}$$

est tangente à ν courbes de la famille. Car les coordonnées des points de contact satisfont aux équations (8) et (9) et aussi à l'équation

$$\frac{dy}{dx} = m,$$

c'est-à-dire qu'elles satisfont à l'équation (9) et à l'équation

$$Am^{\mu} + Bm^{\mu-1} + \ldots\ldots = o.$$

Or ce système admet ν solutions.

Nous dirons que la famille représentée par l'équation (8) est de genre μ et d'espèce ν. On voit que les nombres μ et ν sont les *caractéristiques* de M. Chasles.

6. — Dans une famille de genre μ et d'espèce ν, le nombre des directions asymptotiques est égal à $\mu + \nu$.

Soit

$$A\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu} + B\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu-1} + \ldots\ldots = o$$

l'équation différentielle de la famille.

Posons $$A = \varphi_{\nu}(x, y) + A_1$$

$\varphi_{\nu}(x, y)$ étant une fonction homogène de degré ν, et A_1 une fonction quelconque de degré $\nu - 1$.

Posons de même

$$B = \psi_{\nu}(x, y) + B_1$$
$$\text{etc.}\ldots\ldots$$

L'équation de la famille devient

$$\left[\varphi_{\nu}(x, y) + A_1\right]\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu} + \left[\psi_{\nu}(x, y) + B_1\right]\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu-1} \ldots = o$$

Divisant tout par x^{ν}.

$$\left[\varphi_{\nu}\left(1, \frac{y}{x}\right) + \frac{A_1}{x}\right]\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu} + \text{etc}\ldots\ldots = o.$$

Pour $x = \infty$, $\lim \frac{y}{x} = c$, $\lim \frac{dy}{dx} = c$.

On a donc

$$c^{\mu} \varphi_{\nu}(1, c) + c^{\mu - 1} \psi_{\nu}(1, c) + \ldots\ldots = o$$

équation de degré $(\mu + \nu)$.

La famille sera singulière si cette équation est une identité.

Donnons un exemple. Soit

$$S = Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F$$
$$S' = A'x^2 + 2B'xy + C'y^2 + 2D'x + 2E'y + F'.$$

Considérant la famille representée par l'équation différentielle

$$S\left[\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - 1\right] + S'\frac{dy}{dx} = o.$$

Les directions asymptotiques de cette famille ont leurs coefficients angulaires définis par l'équation

$$(A + 2Bc + Cc^2)(c^2 - 1) + (A' + B'c + C'c^2)\, c = o.$$

Pour que la famille soit singulière, il faut et il suffit que cette équation soit une identité, ce qui exige que l'on ait

$$S = xy + 2Dx + 2Ey + F$$
$$S' = x^2 - y^2 + 2D'x + 2E'y + F').$$

7. — Le lieu des points de contact des tangentes menées d'un point (α, β) aux courbes d'une famille de genre μ et d'espèce ν est d'ordre $(\mu + \nu)$ avec un point multiple d'ordre μ au point (α, β).

Ce théorème, qu'on peut établir aisément par la méthode géométrique de M. Chasles, est la conséquence immédiate de l'équation différentielle.

En effet, en tout point du lieu, on a

$$A\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu} + B\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu -} + \ldots\ldots = o.$$

et aussi

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y - \beta}{x - \alpha}$$

L'équation du lieu s'obtient en éliminant $\frac{dy}{dx}$. Elle est donc

$$A(y - \beta)^{\mu} + B(x - \alpha)(y - \beta)^{\mu - 1} + \ldots\ldots = o.$$

8. — Le lieu des points où la tangente est parallèle à une direction donnée est de l'ordre ν.

9. — Le lieu des points où deux courbes de la famille se coupent à angle droit est de l'ordre $2\mu\nu$.

Posant $\frac{dy}{dx} = m$, l'équation de la famille est

$$A\, m^{\mu} + B\, m^{\mu - 1} + \ldots\ldots = o.$$

Il faut et il suffit que deux racines aient pour produit -1, ou que l'équation ait une racine commune avec la transformée en $-\frac{1}{m}$. Éliminant m entre les deux équations, on a une résultante d'ordre 2μ par rapport à A, B, C, ... qui sont eux-mêmes des polynômes de degré ν.

On verrait de même que le lieu des points où deux courbes de la famille se coupent sur un angle θ est de l'ordre $2\mu\nu$.

10. — Le lieu des points d'inflexion des courbes de la famille est de l'ordre $2\mu\nu - \mu + \nu$.

Prenons l'équation différentielle de la famille. Différentions cette équation. A ces deux équations joignons l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = o$$

qui caractérise les points d'inflexion. Éliminons d'abord $\frac{d^2 y}{dx^2}$. Nous aurons ainsi les deux équations

$$A\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu} + B\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu - 1} + \ldots\ldots = o.$$

$$\frac{dA}{dy}\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu + 1} + \left(\frac{dA}{dx} + \frac{dB}{dy}\right)\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu} + \left(\frac{dB}{dx} + \frac{dC}{dy}\right)\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\mu - 1} \ldots = o$$

entre lesquelles il faut éliminer $\frac{dy}{dx}$. La résultante est de degré $(\mu + 1)$ par rapport aux coefficients de la première, de degré μ par rapport à ceux de la seconde, ce qui donne par rapport à x et y le degré

$$(\mu + 1)\,\nu + \mu\,(\nu - 1) = 2\,\mu\,\nu - \mu + \nu.$$

§ II

11. — Soit une équation différentielle du premier ordre

$$f\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = o.$$

Supposons qu'à chaque système de valeurs de x et de y il corres-

ponde deux valeurs de $\frac{dy}{dx}$ et que l'équation ne change pas quand on y remplace

$$\frac{dy}{dx} \text{ par } -\frac{1}{\frac{dy}{dx}}$$

en d'autres termes que le produit des valeurs de $\frac{dy}{dx}$ soit -1. Alors l'équation représente une famille de courbes orthogonales. Laissant f arbitraire, on a toutes les familles possibles.

Nous nous bornerons au cas où f est algébrique par rapport à x, y et $\frac{dy}{dx}$. L'équation de la famille est alors

$$(10) \qquad A\left[\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - 1\right] + B\frac{dy}{dx} = o.$$

A et B étant des polynômes.

12. — Supposons que A et B soient des polynômes d'ordre ν et demandons-nous ce que doivent être ces polynômes pour que la famille représentée par l'équation (10) soit singulière.

Remarquons avant d'aller plus loin que les équations $A = o$ et $B = o$ représentent deux courbes d'ordre ν, que nous appellerons les courbes A et B.

Soit
$$A = \varphi_\nu(x, y) + A_1$$
$$B = \psi_\nu(x, y) + B_1$$

$\varphi_\nu(x, y)$ et $\psi_\nu(x, y)$ sont des fonctions homogènes de degré ν, tandis que A_1 et B_1 sont des fonctions quelconques de degré $\nu - 1$.

Les coefficients angulaires des directions asymptotiques de la famille sont donnés par l'équation.

$$(c^2 - 1)\,\varphi_\nu(1, c) + c\,\psi_\nu(1, c) = o$$

ou bien

$$(11) \qquad (y^2 - x^2)\,\varphi_\nu(x, y) + xy\,\psi_\nu(x, y) = o$$

Il faut et il suffit, pour que la famille soit singulière, que cette équation soit une identité, c'est-à-dire que l'on ait

$$\varphi_\nu(x, y) = xy\, f_{\nu-2}(x, y)$$

$$\psi_\nu(x, y) = (x^2 - y^2)\, f_{\nu-2}(x, y)$$

Il est donc nécessaire que les courbes $A = o$, $B = o$ aient $(\nu - 2)$ directions asymptotiques communes, que les axes soient les deux autres directions asymptotiques de la courbe A, et que les bissectrices des angles des axes soient les deux autres directions asymptotiques de la courbe B. Ces conditions ne suffisent pas, car elles donneraient une identité telle

$$(y^2 - x^2)\, \varphi_\nu (x, y) + K xy\, \psi_\nu (x, y) = o$$

où K serait arbitraire, au lieu de l'identité (11) où K a la valeur 1.

13. Dans une famille orthogonale singulière d'espèce ν, représentée par l'équation

$$A \left[\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - 1\right] + B \frac{dy}{dx} = o$$

la courbe d'ordre ν qui passe par les ν^2 points communs aux courbes A et B et par un point M $(x_1\, y_1)$, a pour directions asymptotiques les $(\nu - 2)$ directions asymptotiques communes aux courbes A et B. Quant aux deux autres directions asymptotiques de cette courbe ce sont les directions des tangentes menées par le point M aux deux courbes orthogonales qui passent en ce point.

Pour démontrer ce théorème, remarquons que l'équation

$$A + \lambda B = o$$

représente toutes les courbes qui passent par les ν^2 points de rencontre des courbes A et B.

Pour avoir celle d'entre elles qui passe en M, déterminons λ par la condition

$$A_1 + \lambda B_1 = o$$

L'équation de la courbe considérée est donc

$$AB_1 - BA_1 = o.$$

Les directions asymptotiques de cette courbe sont donc fournies par l'équation

$$B_1\, \varphi_\nu (x, y) - A_1\, \psi_\nu (x, y) = o$$

en adoptant les notations du numéro précédent. Mais, comme il s'agit d'une famille singulière, cette équation prend la forme suivante :

$$B_1\, xy\, f_{\nu - 2} (x, y) + A_1 (y^2 - x^2)\, f_{\nu - 2} (x, y) = o.$$

On a donc $\nu - 2$ directions asymptotiques données par l'équation.

$$f_{\nu - 2} (x, y) = o$$

qui sont communes aux courbes A et B.

Restent deux autres directions asymptotiques, données par l'équation

$$B_1\, xy + A_1\,(y^2 - x^2) = o.$$

Leurs coefficients angulaires t sont donc définis par l'équation suivante :

$$A_1\,(t^2 - 1) + B_1\, t = o$$

ce qui démontre le théorème.

Pour $\nu = 2$, les courbes A et B sont de simples coniques et on tombe sur un théorème donné par M. Legoux.

§ III

14. — Soit une équation différentielle du 1er ordre

$$(12) \qquad f\left(\omega,\ \rho,\ \frac{d\rho}{d\omega}\right) = o$$

représentant une famille de courbes en coordonnées polaires.

Pour un point donné (ω, ρ) l'équation ci-dessus donne un certain nombre de valeurs de $\frac{d\rho}{d\omega}$. Soit μ ce nombre. Alors par chaque point du plan il passe μ courbes de la famille.

Cherchons combien de courbes de la famille touchent une droite donnée. La droite sera donnée par la longueur u de la perpendiculaire abaissée du pôle sur cette droite et par l'angle θ que cette perpendiculaire fait avec l'axe polaire. Soit M le point où l'une des courbes touche la droite, désignons par ρ et ω les coordonnées de ce point.

Une formule connue donne

$$(13) \qquad \frac{d\rho}{d\omega} = \rho \operatorname{tg}(\omega - \theta).$$

La figure donne d'ailleurs

$$(14) \qquad u = \rho \cos(\omega - \theta).$$

Eliminant $\frac{d\rho}{d\omega}$ entre (12) et (13), il reste deux équations entre ρ et ω donnant les coordonnées des points M et le nombre ν de ces points.

15. — Directions asymptotiques des courbes de la famille représentée par l'équation.

$$f\left(\omega,\ \rho,\ \frac{d\rho}{d\omega}\right) = o$$

soit V l'angle que la tangente au point (ω, ρ) fait avec le rayon vecteur. On a

$$\frac{d\rho}{d\omega} = \frac{\rho}{\operatorname{tg} V}.$$

Eliminant entre les deux équations

$$\frac{d\rho}{d\omega}$$

on obtient l'équation

$$f\left(\omega, \rho, \frac{\rho}{\operatorname{tg} V}\right) = o$$

qui donne une propriété de la tangente.

Si la tangente est une asymptote $\rho = \infty$, $\operatorname{tg} V = o$. Les directions asymptotiques sont donc fournies par l'équation

$$f\left(\omega, \infty, \frac{\infty}{o}\right) = o.$$

Elles sont les mêmes pour toute la famille, sauf le cas où cette équation est une identité.

Exemple : La famille de courbes représentée par l'équation

$$A\rho^2 + 2\,B\rho\frac{d\rho}{d\omega} + C\left(\frac{d\rho}{d\omega}\right)^2 + 2\,D\rho + 2\,E\frac{d\rho}{d\omega} + F = o$$

dans laquelle A, B, C.... sont des fonctions de ω seulement, a ses directions asymptotiques données par l'équation

$$C = o.$$

Si cette équation est une identité, les directions asymptotiques sont données par l'équation

$$B = o.$$

16. — Une droite est représentée en coordonnées rectangulaires par l'équation

$$x \cos\theta + y \sin\theta = u, \tag{15}$$

dans laquelle θ et u ont une signification géométrique connue.

Si θ est variable et que u soit fonction connue de θ, la droite (15) enveloppe une courbe A, pendant que le point H qui a pour coordonnées polaires les variables (θ, u) décrit la podaire de l'origine O par rapport à la courbe A, podaire que nous représenterons par B.

Soit H un point de la courbe B ayant pour coordonnées θ et u. Soit la droite menée par H perpendiculairement à OH, qui est représentée par l'équation (15). Soient x et y les coordonnées du point M où cette

droite touche la courbe A. Ces coordonnées sont fournies par l'équation (15) et par sa dérivée par rapport à θ qui est

$$(16) \qquad -x \sin\theta + y \cos\theta = \frac{du}{d\theta}.$$

Si dans les équations (15) et (16) on introduit les coordonnées polaires du point M, ω et ρ, on a

$$(17) \qquad \rho \cos(\omega - \theta) = u;$$

$$(18) \qquad \rho \sin(\omega - \theta) = \frac{du}{d\theta}.$$

Remarque 1. — Outre les équations (17) et (18) on a la relation

$$(19) \qquad \frac{d\rho}{d\omega} = \rho \operatorname{tg} (\omega - \theta).$$

Si donc on a l'équation d'une famille de courbes.

$$(20) \qquad f\left(\omega, \rho, \frac{d\rho}{d\omega}\right) = o$$

On aura l'équation de la famille des podaires en éliminant

$$\omega, \quad \rho, \quad \frac{d\rho}{d\omega}$$

entre (17), (18), (19), (20).

Réciproquement, si on a l'équation de la famille des podaires

$$(21) \qquad f\left(\theta, u, \frac{du}{d\theta}\right) = o.$$

on aura l'équation de la famille des courbes primitives en éliminant

$$\theta, \quad u, \quad \frac{du}{d\theta}$$

entre (17), (18), (19),)21).

Remarque 2. — L'équation (18) a une signification géométrique simple. On peut l'écrire

$$\mathrm{MH} = \frac{du}{d\theta}.$$

Nous avons déjà donné (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1877) la formule qui précède et nous en avons déduit quelques relations simples entre les éléments de la courbe A au point M, et ceux de la courbe B au point H.

Remarque 3. — Divisant membre à membre (18) par (17), on a

$$\operatorname{tg}(\omega - \theta) = \frac{\frac{du}{d\theta}}{u}$$

Comparant ce dernier résultat avec l'équation (19), on a

$$\frac{\frac{d\rho}{d\omega}}{\rho} = \frac{\frac{du}{d\theta}}{u}$$

Désignant alors par V l'angle de OM avec la tangente en M à la courbe A, et par V_1 l'angle de OH avec la tangente en H à la courbe B, on obtient

$$V = V_1.$$

C'est l'une des relations dont on a parlé dans la remarque 2.

M. DARBOUX

Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris.

PRÉSENTATION D'APPAREILS POUR LE TRACÉ DES LIGNES DROITES ET DES OVALES DE CASSINI.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Darboux, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, fait une communication sur les systèmes articulés de MM. Peaucellier, Hart et Kempe, destinés à tracer des lignes droites et des ovales de Cassini. Il présente une collection de ces appareils construits avec soin par M. Bréguet.

M. Éd. COLLIGNON
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

PROBLÈME DE GÉODÉSIE.

— Séance du 29 août 1879. —

A partir d'un point M pris sur la surface d'un ellipsoïde de révolution, du globe terrestre, par exemple, on mesure suivant le méridien et suivant le parallèle deux arcs très petits, correspondants chacun à une variation d'une seconde en latitude et en longitude. On demande les dimensions de l'ellipsoïde ; la latitude λ du point M est supposée connue.

Ce problème, appliqué au sphéroïde terrestre, se trouve résolu dans les traités de géodésie par une méthode approximative, fondée sur la faible valeur de l'excentricité de l'ellipse méridienne. Nous nous proposons de reprendre la question d'une manière générale, sans faire aucune hypothèse sur l'excentricité de la courbe cherchée.

Remarquons d'abord que, donner la longueur l de l'arc MM′ qui, sur le méridien, correspond à une différence de longitude d'une seconde, cela revient à faire connaître le rayon de courbure de la méridienne au point M, et qu'en appelant ρ ce rayon de courbure, on a, avec une approximation dont nous pouvons nous contenter,

$$\rho = \frac{l}{\text{arc } 1''}.$$

De même, donner la longueur l' de l'arc MM′ du parallèle qui correspond à une différence de longitude d'une seconde, c'est définir le rayon h du parallèle, car on a rigoureusement

$$h = \frac{l}{\text{arc } 1''}.$$

Les rayons de courbure principaux de la surface au point M sont donc connus; ils sont égaux, l'un à ρ, l'autre à $\frac{h}{\cos\lambda}$.

Considérons l'ellipse méridienne qui passe au point M. Nous connaissons la distance $h = \text{OM}$ du point M à l'axe de révolution OY, la direction de la normale MN à la courbe, qui fait avec l'axe de révolution un angle égal au complément de la latitude λ, et enfin le rayon de cour-

bure $\rho = MC$ de la courbe au point M. Il s'agit, avec ces données, de construire la courbe.

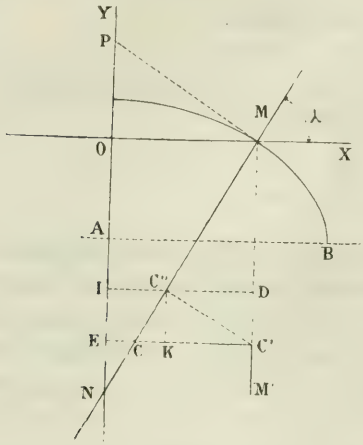


Fig 2.

La manière la plus simple d'y parvenir paraît être d'employer la méthode analytique. Prenons deux axes rectangulaires, l'un OY coïncidant avec l'axe de révolution, l'autre OX avec le rayon OM du parallèle. La courbe est du second ordre, elle est symétrique par rapport à l'axe OY, elle passe au point M dont les coordonnées sont $x=h$, $y=o$; enfin elle a pour normale la droite MN, et pour centre de courbure le point C.

L'équation générale des courbes du second ordre est

$$(1) \quad Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = o;$$

pour que la courbe soit symétrique par rapport à l'axe OY, il faut et il suffit que l'équation manque des termes qui contiennent x au premier degré. Elle se réduit donc à la forme

$$(2) \quad Ax^2 + Cy^2 + Ey + F = o.$$

La courbe passe au point M. Donc $F = -Ah^2$, et l'équation devient

$$(3) \quad A(x^2 - h^2) + Cy^2 + Ey = o.$$

Cherchons le coefficient angulaire de la tangente, ou le rapport $\frac{dy}{dx}$. Il vient, en différentiant l'équation (3),

$$2Axdx + 2Cydy + Edy = o,$$

et, par conséquent, on a au point M, où $x = h$ et $y = o$,

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{2Ah}{E}.$$

Mais on doit avoir $\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{\operatorname{tg}\lambda}$, puisque $\operatorname{tg}\lambda$ est le coefficient angulaire de la normale. Donc

$$E = 2Ah\operatorname{tg}\lambda.$$

ce qui conduit à l'équation

$$(4)\quad A(x^2-h^2)+Cy^2+2Ah\operatorname{tg}\lambda y=o.$$

Il reste à satisfaire à la condition $\rho = MC$.

En général, on a pour définir le rayon de courbure l'équation

$$\rho=\frac{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}{q},$$

dans laquelle p est la dérivée $\frac{dy}{dx}$, et q la seconde dérivée $\frac{dp}{dx}$. Cette formule peut se transformer de manière à montrer sur la figure la seconde dérivée q, ou plutôt son inverse. On a en effet

$$p=-\frac{1}{\operatorname{tg}\lambda},$$

λ étant l'angle de la normale avec l'axe OX.

$$\text{Donc } 1+p^2=1+\frac{1}{\operatorname{tg}^2\lambda}=1+\frac{\cos^2\lambda}{\sin^2\lambda}=\frac{1}{\sin^2\lambda},$$

$$(1+p^2)^{\frac{3}{2}}=\frac{1}{\sin^3\lambda},$$

et enfin $\rho\sin^3\lambda=\frac{1}{q}$.

Par le point M menons la droite MM′ parallèle à l'axe des y. L'angle NMM′ est égal à $\frac{\pi}{2}-\lambda$, et si l'on projette le point C en C′ sur MM′, puis le point C′ en C″ sur MN, et enfin le point C″ en D sur MM″, on aura, en valeur absolue,

$$MD=\rho\sin^3\lambda=\frac{1}{q}.$$

Cette construction fait donc connaître une ligne MD dont l'inverse est égale à la seconde dérivée de l'ordonnée par rapport à l'abscisse. Mais il faut faire attention que la formule suppose ρ et q de même signe. On aura donc ici $q=-\frac{1}{MD}$, le rayon de courbure étant négatif pour les valeurs positives de λ, d'après les conventions ordinaires de l'analyse.

Pour trouver le dernier coefficient C, différentions deux fois de suite l'équation (4). Il vient

$$Ax+Cyp+Ah\operatorname{tg}\lambda p=o,$$
$$A+Cp^2+Cyq+Ah\operatorname{tg}\lambda q=o.$$

Dans la dernière équation faisons $x = h$, $y = o$, $p = -\frac{1}{\operatorname{tg}\lambda}$, $q = -\frac{1}{\rho \sin^3\lambda}$, en supposant que ρ désigne la valeur absolue MC du rayon de courbure. On aura

$$A + \frac{C}{\operatorname{tg}^2\lambda} - \frac{Ah\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda} = o,$$

ou $C = -A\operatorname{tg}^2\lambda\left(1 - \frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}\right) = A\operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda} - 1\right)$,

ce qui donne pour l'équation définitive de la courbe, débarrassée du facteur commun A,

$$(5) \qquad x^2 - h^2 + \operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda} - 1\right)y^2 + 2h\operatorname{tg}\lambda\, y = o.$$

Il est aisé de vérifier qu'elle satisfait à toutes les conditions imposées à la méridienne.

Pour que cette équation représente une ellipse, il est nécessaire que le coefficient de y^2 soit positif, ou qu'on ait

$$h\operatorname{tg}\lambda > \rho\sin^3\lambda.$$

Or cette condition sera toujours remplie si le point C est situé sur la normale entre le point M et le point N où elle coupe l'axe donné OY. Car $\rho\sin^3\lambda$ est égal à MD, et $h\operatorname{tg}\lambda$ est égal à ON. Dans ce cas l'ellipsoïde est de révolution autour de son petit axe et la surface est *aplatie* aux pôles. Le point C peut être au delà du point N par rapport au point M, sans que la courbe méridienne cesse d'être une ellipse : il suffit pour cela que le point D soit au-dessus du point N; mais alors l'ellipsoïde a pour axe de révolution son grand axe, et présente la forme *allongée*. Le premier cas est le seul qui se réalise dans la théorie de la figure des planètes, et c'est le seul dont nous nous occuperons dans ce qui suit.

Cherchons les axes de la courbe; soit $2a$ le grand axe, ou le diamètre équatorial, $2b$ le petit axe ou la distance des pôles, $2c$ la distance des foyers de la courbe, liée aux axes par l'équation $c^2 = a^2 - b^2$.

Dans l'équation (5) faisons $x = o$, et résolvons par rapport à y. Il vient d'abord l'équation

$$(6) \qquad y^o + \frac{2h\operatorname{tg}\lambda}{\operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda} - 1\right)}\, y - \frac{h^2}{\operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda} - 1\right)} = o.$$

La demi-somme des deux racines,

$$\frac{-h}{\operatorname{tg}\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}-1\right)},$$

est l'ordonnée du centre A de la courbe. Elle est égale en valeur absolue à

$$\mathrm{OA}=\frac{h}{\operatorname{tg}\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}-1\right)}=\frac{h\rho\sin^3\lambda}{\operatorname{tg}\lambda\,(h\operatorname{tg}\lambda-\rho\sin^3\lambda)}.$$

Au point M élevons MP perpendiculaire à MN ; nous aurons $\mathrm{OP}=\frac{h}{\operatorname{tg}\lambda}$. D'ailleurs $\rho\sin^3\lambda=\mathrm{MD}$, et $h\operatorname{tg}\lambda=\mathrm{ON}$. Donc

$$\mathrm{OA}=\frac{\mathrm{OP}\times\mathrm{MD}}{\mathrm{ON}-\mathrm{MD}}=\frac{\mathrm{OP}\times\mathrm{OI}}{\mathrm{IN}}.$$

Le point I partage le segment ON en deux parties dont le rapport est connu ; cela posé, le point A s'obtiendra en prenant sur PO prolongé un point tel, que le point O partage dans ce même rapport le segment OA. Connaissant le point A, on en déduira la position du grand axe AB, et le problème s'achèvera sans difficulté.

Si dans l'équation (5) nous faisons $y=-\mathrm{OA}$, la valeur correspondante de x nous donnera le rayon de l'équateur, ou le demi-grand axe a de l'ellipse. Il vient, en faisant cette substitution,

$$a^2=h^2-\operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}-1\right)\frac{h^2}{\operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}-1\right)^2}+\frac{2h\operatorname{tg}\lambda\times h}{\operatorname{tg}\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}-1\right)}$$

$$=h^2\times\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{h\operatorname{tg}\lambda-\rho\sin^3\lambda}=\frac{h^3}{h-\frac{1}{2}\rho\sin\lambda\sin2\lambda}.$$

Pour avoir b, nous résoudrons l'équation (6), et nous égalerons à b la demi-différence des deux racines. Or, cette demi-différence, pour l'équation $y^2+2my+n=0$, est exprimée par la valeur absolue du radical $\sqrt{m^2-n}$. Donc

$$b=\sqrt{\frac{h^2}{\operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}-1\right)^2}+\frac{h^2}{\operatorname{tg}^2\lambda\left(\frac{h\operatorname{tg}\lambda}{\rho\sin^3\lambda}-1\right)}}$$

$$=\frac{h}{\operatorname{tg}\lambda}\sqrt{\frac{(\rho\sin^3\lambda)^2+\rho\sin^3\lambda\,(h\operatorname{tg}\lambda-\rho\sin^3\lambda)}{(h\operatorname{tg}\lambda-\rho\sin^3\lambda)^2}}.$$

et
$$b^2 = \frac{h^3 \times \rho\sin^3\lambda}{\mathrm{tg}\lambda\,(h\mathrm{tg}\lambda - \rho\sin^3\lambda)^2}.$$

On en déduit, en prenant la différence $a^2 - b^2$,

$$c^2 = a^2 - b^2 = \frac{h^3}{h\mathrm{tg}\lambda - \rho\sin^3\lambda}\left(\mathrm{tg}\lambda - \frac{\rho\sin^3\lambda}{\mathrm{tg}\lambda\,(h\mathrm{tg}\lambda - \rho\sin^3\lambda)}\right)$$

$$= \frac{h^3}{h\mathrm{tg}\lambda - \rho\sin^3\lambda} \times \mathrm{tang}\lambda \times \left(1 - \frac{\rho\sin\lambda\cos^2\lambda}{h\mathrm{tg}\lambda - \rho\sin^3\lambda}\right)$$

$$= \left(\frac{h^3}{h\mathrm{tg}\lambda - \rho\sin^3\lambda} \times \mathrm{tg}\lambda\right) \times \frac{h - \rho\cos\lambda}{h - \frac{1}{2}\rho\sin\lambda\sin^3\lambda} = a^2 \times \frac{h - \rho\cos\lambda}{h - \frac{1}{2}\rho\sin\lambda\sin 2\lambda}$$

Donc l'excentricité relative, $\varepsilon = \frac{c}{a}$, est donnée par l'équation très simple

$$\varepsilon^2 = \frac{h - \rho\cos\lambda}{h - \frac{1}{2}\rho\sin\lambda\sin 2\lambda},$$

en fonction des données mêmes du problème.

Remarquons que ε est une quantité constante, indépendante de la position du point M où l'on prend les mesures h, ρ et λ. Donc la fonction

$$\frac{h - \rho\cos\lambda}{h - \frac{1}{2}\rho\sin\lambda\sin 2\lambda}$$

est constante tout le long de la courbe. Cette fonction est donnée par un rapport de droites sur la figure. Prolongeons CC′ jusqu'en E, et du point C″ abaissons C″K perpendiculaire sur CC′ : nous aurons

$$\mathrm{EC} = \mathrm{EC'} - \mathrm{CC'} = h - \rho\cos\lambda,$$

et $\mathrm{EK} = \mathrm{EC'} - \mathrm{C'K} = h - \rho\sin^2\lambda\cos\lambda = h - \frac{1}{2}\rho\sin\lambda\sin 2\lambda.$

Donc

$$\varepsilon^2 = \frac{\mathrm{EC}}{\mathrm{EK}},$$

et l'excentricité de l'ellipse méridienne est immédiatement donnée par le rapport de ces lignes.

Il est aisé de vérifier cette égalité par les formules connues, qui donnent le centre de courbure en fonction des coordonnées du point M.

Soient x et y les coordonnées de M par rapport aux axes de la courbe, x' l'abscisse du centre de courbure correspondant. On aura

$$x' = \frac{c^2\ x^3}{a^4} = \frac{\varepsilon^2\ x^3}{a^2},$$

$$\rho = \frac{(a^4 y^2 + b^4 x^2)^{\frac{3}{2}}}{a^4 b^4}$$

$$\operatorname{tg}\lambda = \frac{a^2\ y}{b^2\ x}, \qquad \sin\lambda = \frac{a^2 y}{\sqrt{a^4 y^2 + b^4 x^2}}, \qquad \cos\lambda = \frac{b^2\ x}{\sqrt{a^4\ y^2 + b^4\ x^2}},$$

$$\frac{1}{2}\sin\lambda\ \{\sin 2\lambda = \frac{a^4\ b^2\ xy^2}{(a^4 y^2 + b^4 x^2)^2};$$

et, observant que $h = x$, et $h - \rho\cos\lambda = x'$, on obtient l'équation

$$\varepsilon^2 = \frac{x'}{x - \dfrac{a^4\ b^2\ x\ y^2}{a^4\ b^4}} = \frac{\dfrac{\varepsilon^2\ x^3}{a^2}}{x - \dfrac{x\ y^2}{b^2}},$$

qui se réduit, après suppression des facteurs communs, à l'équation de l'ellipse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Cette remarque conduit à une solution géométrique du problème.

Soient F et F′ les foyers de l'ellipse. La normale M N est bissectrice de l'angle FMF′, et l'axe donné OY est la perpendiculaire élevée au milieu de la distance FF′ des foyers. Ces deux droites se coupent en un point N qui appartient au cercle circonscrit au triangle FMF′; le centre de ce cercle est sur la droite OY; donc on peut construire le cercle en prenant pour centre le point G où la droite AY rencontre la perpendiculaire élevée au milieu I de la corde MN.

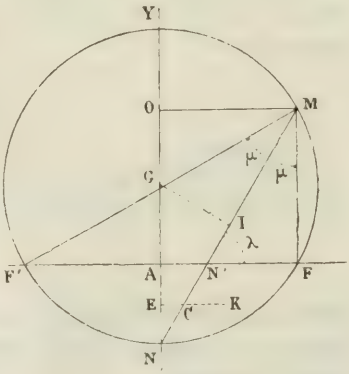


Fig. 3.

La bissectrice MN partage la base du triangle FMF′ en deux segments

proportionnels aux côtés adjacents. Or, on a $FF' = 2c$, $FM + F'M = 2a$, et le rapport $\frac{FF'}{FM + F'M} = \frac{c}{a}$ est connu par l'équation

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{EC}{EK}}.$$

Ce rapport se retrouve entre les côtés $\frac{FN'}{FM}$ du triangle FMN, puisqu'on a la proportion

$$\frac{FN'}{FM} = \frac{F'N'}{F'M} = \frac{FN + F'N'}{FM + F'M} = \frac{c}{a} = \varepsilon;$$

donc le rapport des sinus des angles opposés,

$$\frac{\sin\mu}{\sin\lambda},$$

est encore égal à ε. Connaisant λ et ε, on en déduira $\sin\mu$ par l'équation

$$\sin\mu = \varepsilon \sin\lambda,$$

et on saura dans quelle direction il faut mener la droite MF pour déterminer le foyer F par sa rencontre avec la circonférence MFNF'. La recherche de l'angle μ peut se faire géométriquement, en déterminant d'abord deux droites, A et B, respectivement proportionnelles aux racines carrées des longueurs EC, EK, puis en construisant un triangle qui ait pour côtés ces droites A et B, et dans lequel l'angle opposé au côté B soit égal à λ. Ce triangle sera semblable au triangle FMN', ou au triangle adjacent F'MN', et fera connaître l'angle μ qui achève la solution du problème.

REMARQUES.

1° L'équation

$$\varepsilon^2 = \frac{h - \rho\cos\lambda}{h - \frac{1}{2}\rho\sin\lambda\sin 2\lambda}$$

définit, pour une ellipse quelconque, le rayon de courbure en un point donné en fonction de la latitude λ et du rayon du parallèle. On en déduit, en effet,

$$\rho = \frac{h(1 - \varepsilon^2)}{\cos\lambda - \frac{1}{2}\varepsilon^2 \sin\lambda\sin 2\lambda} = \frac{h}{\cos\lambda}\,\frac{1 - \varepsilon^2}{1 - \varepsilon^2\sin^2\lambda};$$

si ε est très petit, on peut se contenter de la formule approximative

$$\rho = \frac{h}{\cos\lambda}\ (1 - \varepsilon^2\cos^2\lambda) = \frac{h}{\cos\lambda} - h\varepsilon^2\cos\lambda.$$

Le premier terme représente le rayon de courbure de la section normale tangente au parallèle, le second est l'excès de ce rayon sur le rayon de courbure du méridien. La courbure totale de la surface se mesure par le produit

$$\frac{h}{\cos\lambda}\left(\frac{h}{\cos\lambda} - h\ \varepsilon^2\ \cos\lambda\right) = \frac{h^2}{\cos^2\lambda} - h^2\varepsilon^2.$$

2° Le problème que nous venons de résoudre donne une solution simple d'un autre problème qu'on peut poser comme il suit :

Etant donnés dans un plan deux points M *et* C, *et une droite* yy', *trouver sur la droite* MC *un point* P *tel, qu'en abaissant de ce point une perpendiculaire* PD *sur* yy', *puis menant* PE *parallèle à* yy *jusqu'à la rencontre en* E *avec la droite* MD, *et enfin complétant le rectangle* PDAE, *les droites* CA *et* MD *se coupent en un point* H *sur la perpendiculaire* PH *élevée au point* P *sur la droite* MC.

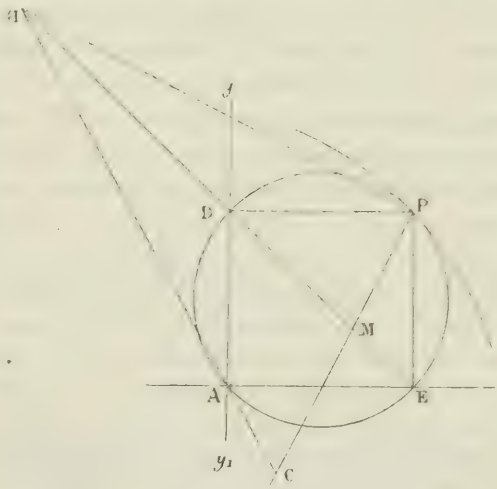


Fig. 4.

On reconnaîtra, en effet, dans la construction qu'on vient d'indiquer la méthode géométrique pour déterminer le rayon de courbure de l'ellipse décrite comme épicycloïde par le mouvement du point M, quand on fait rouler le cercle de diamètre AP au dedans du cercle de rayon AP.

M. Ch. SIMON

Ancien Directeur de l'Observatoire de Marseille, Professeur au lycée Louis-le-Grand.

MÉMOIRE SUR LA NOUVELLE NAVIGATION ASTRONOMIQUE.

— Séance du 29 août 1879. —

Ce travail est une étude de pure géométrie. Les marins seuls sont compétents pour discuter les questions relatives à la pratique de la navigation, mais la géométrie est du domaine public.

Quand on considère à un point de vue purement théorique ce qu'on a appelé, à tort ou à raison, la nouvelle navigation astronomique, il est naturel de se demander quelles sont les cartes sur lesquelles subsisterait la théorie des droites de hauteur. On reconnaît aisément que ce sont celles où les angles sont conservés : telles sont, par exemple, toutes les cartes que l'on pourrait construire par inversion, en prenant pour origine un point quelconque de la surface du globe, et pour puissance un carré quelconque. Il est facile de voir d'ailleurs qu'on ne gagnerait rien, sous aucun rapport, à prendre une origine autre que l'un des pôles, et une autre puissance que le double du carré du rayon; on est conduit ainsi à examiner ce que deviendrait la théorie de la navigation, si l'on faisait usage de cartes, construites à la même échelle que celles de Mercator, mais en projection stéréographique sur l'équateur. Et la conclusion qui se présente d'elle-même est que, dans la pratique courante, les nouvelles cartes n'offriraient aucun avantage sur les anciennes; mais qu'il pourrait être utile, pour la résolution de certains problèmes, d'employer concurremment les deux systèmes de cartes.

Dans cet ordre d'idées, il y a deux points à signaler :

1° Sur les nouvelles cartes la théorie des droites de hauteur subsisterait tout entière, sans autre modification qu'un changement dans la valeur d'une constante, également facile à déterminer dans les deux systèmes. Mais, en outre, les cercles de hauteur, étant représentés par des cercles, pourraient être utilisés; ils seraient même, comme on le verra, plus faciles à construire que les droites de hauteur;

2° Quand on navigue en suivant des arcs loxodromiques, les solutions des problèmes des routes sont tout à fait analogues sur les nouvelles cartes et sur les anciennes ; mais on verra que les nouvelles cartes se prêteraient beaucoup mieux que les anciennes à la navigation par arcs de grands cercles.

Au reste, les cartes stéréographiques ne seraient pas destinées à

remplacer les cartes de Mercator, mais seulement à leur servir d'auxiliaires. On les emploierait à deux choses : 1° à déterminer *le point* par l'intersection de deux cercles de hauteur ; 2° à déterminer graphiquement l'angle de la route, dans la navigation par arcs de grands cercles. On reporterait ensuite sur les cartes de Mercator les résultats obtenus. Les nouvelles cartes pourraient donc être construites *en blanc*, c'est-à-dire se réduire à de simples feuilles quadrillées par les méridiens et les parallèles ; et, comme l'origine des longitudes est arbitraire, il suffirait d'un petit nombre de feuilles, échelonnées suivant les latitudes.

Nous supposerons, dans ce qui va suivre, que les cercles ou les arcs de cercle dont on aura besoin, soient construits par points, lorsque le centre se trouvera hors de la carte; nous indiquerons le moyen d'effectuer cette construction. On comprend d'ailleurs que l'opération deviendrait beaucoup plus simple, si l'on faisait usage des instruments construits par M. Bréguet, d'après les idées de M. Peaucellier et de quelques autres géomètres; mais nous ne pouvons pas nous prononcer sur la question de savoir si ces nouveaux instruments sont dès à présent susceptibles d'être employés à la mer.

I. *Colatitudes croissantes.* — Nous prendrons pour unité de longueur le mille marin, ou la minute de grand cercle; de sorte qu'en appelant R le rayon du globe d'après lequel les cartes sont censées construites, on aura $R = 3437{,}747$.

Soient L la latitude d'un parallèle quelconque, $l = 90^\circ - L$ sa colatitude, et λ le rayon du cercle qui représente ce parallèle sur la carte stéréographique, on a :

$$\lambda = R \operatorname{tang} \frac{l}{2}. \tag{1}$$

Cette longueur λ, exprimée en milles, est ce que nous appellerons la *colatitude croissante* de la colatitude l, ou de la latitude L. Nous supposerons qu'on ait construit la table des λ et de leurs logarithmes, de 0° à 90°; ce qui n'offre aucune difficulté. Chaque carte partielle devra porter une échelle représentant la table des λ, entre les deux parallèles extrêmes de la carte.

Pour faciliter certaines opérations graphiques, nous supposerons en outre que l'on ait construit une règle spéciale à double biseau, portant deux graduations différentes, mais de même origine : un côté serait gradué d'après la formule $x = R \operatorname{tang} \frac{l}{2}$, et l'autre d'après la formule $x = R \sin l$. Les deux graduations devant s'étendre de 0° à 90°, la règle aurait une longueur égale à R. Afin de la rendre maniable, on la com-

poserait de plusieurs fragments, en donnant à chaque fragment une longueur égale à la hauteur d'une carte partielle.

Cette règle servira principalement à trouver la projection orthogonale et la cote d'un point de la sphère, quand on connaîtra sa projection stéréographique, ou sa colatitude croissante λ; car la distance de la projection orthogonale au centre de la carte sera R sin l, et la cote R sin $(90° - l)$.

II. *Cercles de hauteur.* — Soient L_0 et g_0 la latitude et la longitude géographique d'un astre S, dont on a observé la distance zénithale Z, et dont on connaît la distance polaire Δ. Le cercle du globe terrestre qui a le point $(L_0\ g_0)$ pour pôle, et Z pour rayon sphérique, a reçu le nom de *cercle de hauteur;* la tangente à ce cercle, menée par la position du navire, est ce qu'on appelle la ***droite de hauteur.***

Nous ne referons pas ici la théorie des droites de hauteur, si bien exposée par M. Yvon Villarceau (*). On pourrait faire usage des droites de hauteur sur la carte stéréographique, aussi bien que sur la carte de Mercator; mais, sur l'une et sur l'autre carte, le tracé d'une droite de hauteur exige : 1° l'emploi des éléments approchés fournis par *l'estime;* 2° la résolution d'un triangle sphérique, pour calculer la hauteur et l'azimut *estimés* de l'astre S. Sur la carte stéréographique, le tracé d'un cercle de hauteur est affranchi de cette double condition.

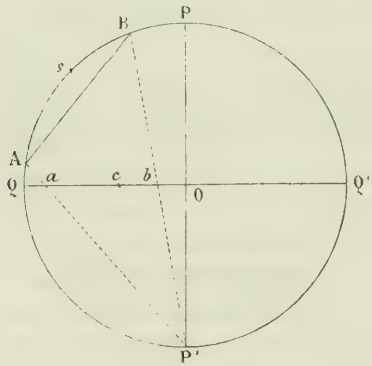


Fig. 5.

Prenons pour plan de la figure (5) le plan du méridien perpendiculaire au cercle de hauteur AB que nous considérons. Soient O le centre du globe, PP' la ligne des pôles, QQ' la trace de l'équateur, s la position géographique de l'astre S, et ab le diamètre du cercle suivant lequel se projette AB. Si l'on pose $Oa = \alpha$, $Ob = \beta$, on a

$$(2)\qquad \begin{cases} \alpha = \mathrm{R}\ \mathrm{tang}\ \dfrac{\Delta + \mathrm{Z}}{2}, \\ \beta = \mathrm{R}\ \mathrm{tang}\ \dfrac{\Delta - \mathrm{Z}}{2}; \end{cases}$$

α et β sont deux colatitudes croissantes, que l'on trouve immédiatement dans la table.

(*) *Nouvelle navigation astronomique*, par MM. Yvon Villarceau et Aved de Magnac.

Le centre du cercle ab est le point c, milieu du diamètre ab. Si l'on appelle γ la distance Oc, et ρ le rayon du cercle ab, on a

$$(3) \qquad \begin{cases} \gamma = \dfrac{\alpha + \beta}{2}. \\ \rho = \dfrac{\alpha - \beta}{2}: \end{cases}$$

d'ailleurs le point c est situé sur le méridien dont la longitude est g_0. On obtient donc, sans calcul et sans recourir à l'estime, le centre et le rayon du cercle ab.

Si le centre de ce cercle est compris dans le cadre de la carte partielle où se trouve actuellement la position du navire, on peut tracer avec le compas un arc de ce cercle : c'est un lieu géométrique sur lequel le navire doit se trouver.

Si le centre n'est pas compris dans le cadre de la carte, et si l'on ne veut pas se servir des instruments construits par M. Bréguet, on peut remarquer que le cercle ab a pour équation en coordonnées polaires (l'origine étant le centre de la carte, et l'axe étant le premier méridien) :

$$\lambda^2 - 2\,\gamma\,\lambda\,\cos(g - g_0) + \gamma^2 - \rho^2 = o:$$

ou bien, en ayant égard aux relations (3),

$$(4) \quad \lambda^2 - \lambda\,(\alpha + \beta)\,\cos(g - g_0) + \alpha\,\beta = 0.$$

Au moyen de cette équation, l'on calculera aisément les valeurs de g correspondantes à trois valeurs arbitraires de λ; ce qui fournira trois points de la courbe. Si l'on choisit trois valeurs de λ appartenant à des parallèles voisins de la latitude estimée du navire, on pourra se contenter de tracer à main-levée l'arc de cercle qui passe par les trois points ainsi obtenus. En tous cas, lorsqu'on connaît trois points d'un arc de cercle, on peut en construire autant qu'on veut, en se fondant sur l'égalité des angles inscrits dans un même segment.

III. — *Arc de grand cercle passant par deux points donnés.* — Pour tracer la projection stéréographique de l'arc de grand cercle qui passe par deux points donnés, on peut d'abord s'aider du calcul. On trouve, en effet, dans tous les traités de navigation, des formules qui permettent de déterminer les pôles d'un grand cercle défini par deux de ses points ; appelons Δ la colatitude, et g_0 la longitude de l'un de ces pôles, de celui, par exemple, qui est situé dans l'hémisphère boréal. En faisant $Z = 90^\circ$ dans les formules (3), on obtient

$$(3') \qquad \gamma = R\,\mathrm{tang}\Delta,\ \rho = R\,\mathrm{séc}\Delta;$$

ce qui détermine le centre et le rayon. L'équation du cercle prend la forme.

$$(4') \qquad \lambda^2 - 2\lambda\, R \tang\Delta \cos(g - g_0) - R^2 = 0,$$

ce qui permet de construire ce cercle par points, si le centre est hors de la carte.

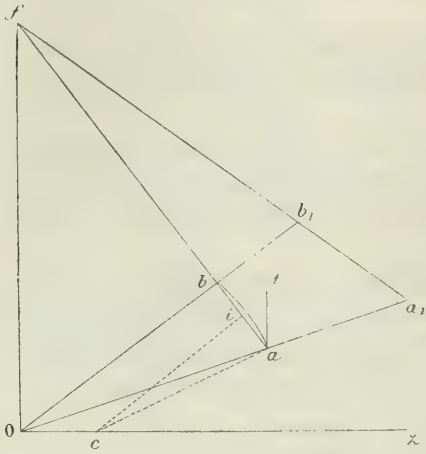


Fig. 6.

Mais on peut aussi éviter tout calcul, en faisant usage de la règle spéciale dont nous avons indiqué la construction. Soient a et b (fig. 6), les projections stéréographiques des deux points A et B donnés sur la sphère, Oa et Ob leurs méridiens, a_1 et b_1 leurs projections orthogonales. Les deux droites ab et $a_1\, b_1$ se coupent en un point f, qui appartient à la trace du plan du cercle AB sur le plan de la carte ; cette trace est le méridien Of. Le centre c du cercle ab est l'intersection du méridien Oz, perpendiculaire à Of, et de la droite ic menée perpendiculairement à la corde ab, en son milieu. Si les points O, f et c, sont compris dans le cadre de la carte où sont situées les points a et b, on peut tracer l'arc de cercle ab avec le compas ; dans tous les cas, la géométrie élémentaire fournit le moyen de déterminer successivement les trois directions Of, Oc, ac, et par suite celle de la tangente at, ce qui permet de construire l'arc ab par points.

Nous ne nous arrêterons pas à développer ces constructions ; nous ferons seulement observer que, les cotes des points A et B étant données par la règle, on peut, si l'on veut, déterminer graphiquement l'inclinaison Δ du grand cercle AB sur le plan de l'équateur ; ce qui peut être utile dans certains cas particuliers, notamment lorsque les latitudes des points A et B sont égales ou peu différentes.

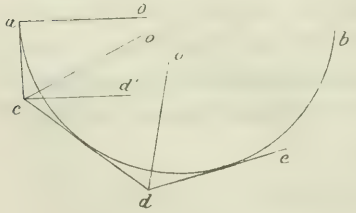


Fig. 7.

IV. *Navigation par arcs de grands cercles.* — Supposons qu'on ait tracé sur la carte l'arc de cercle ab (fig. 7), projection de l'arc de grand cercle AB, qui joint le point de départ au point d'arrivée. On ne peut pas suivre exactement le chemin AB ; mais, en faisant d'abord

abstraction des courants et des accidents de mer, on peut circonscrire à cet arc de grand cercle une ligne polygonale composée d'arcs loxodromiques, dont les projections *ac*, *cd*, *de*,... sont assimilables à des lignes droites. Le premier élément *ac* est dirigé suivant la tangente à l'arc *ab*, au point de départ. Si l'on fait le point en *c*, on détermine le nouvel angle de route O*cd*, en menant à l'arc *ab* une tangente *cd*, ce qui peut se faire à vue au moyen de la règle, et l'on décrit le second élément *cd* dans la direction de cette tangente; et ainsi de suite. A la vérité, les courants et les accidents de mer ne permettent pas de décrire en toute rigueur une ligne polygonale circonscrite à l'arc *ab*. Mais la méthode n'exige pas que les côtés *ac*, *cd*, *de*,... soient rigoureusement tangents à la courbe; elle subsisterait dans sa partie essentielle, lors même que plusieurs de ces côtés couperaient la courbe ou ne la rencontreraient pas.

Une autre méthode se présente d'elle-même. Sans tracer l'arc *ab*, on peut déterminer l'angle que sa tangente au point *a* fait avec le méridien O*a*, et décrire le premier élément *ac* comme précédemment. Si l'on fait le point en *c*, on peut déterminer de même la direction de la tangente menée par ce point à l'arc de grand cercle qui joindrait *cb*, et décrire dans cette direction le second élément *cd'*; et ainsi de suite. Cette seconde méthode donnerait, en général, une route totale un peu plus courte que la première; mais elle exigerait un plus grand nombre d'opérations graphiques, quoique l'on ne soit pas obligé de tracer les arcs de cercle.

Les résultats des opérations devant toujours être rapportés sur la carte de Mercator, c'est au moyen de cette carte, et non au moyen de la carte stéréographique, qu'on devra évaluer les longueurs des routes partielles dont la route totale se compose.

M. F. RITTER

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Montpellier.

QUELQUES INVENTIONS MATHÉMATIQUES DE F. VIÈTE (*).

(EXTRAIT)

— *Séance du 29 août 1879.* —

Désireux de payer notre tribut au Congrès de l'Association Française pour l'avancement des sciences, réuni à Montpellier en 1879, nous avons extrait de

(*) Ce Mémoire est le résumé des communications faites par l'auteur, dans les séances des 29 et 30 août, 3 et 4 septembre.

nos travaux inédits sur François Viète, l'immortel inventeur de l'Algèbre moderne, quelques notes lues dans les Séances des 29 et 30 août, du 3 et du 4 septembre.

Leur étendue ne permettant pas de les publier *in extenso*, la Commission des publications nous a prié de les réduire à un petit nombre de pages en les condensant en une note unique; nous nous sommes empressé de le faire.

Dans notre première communication, après avoir passé en revue les travaux des géomètres grecs sur la quadrature du cercle, et nous être arrêté un instant sur les recherches du même genre tentées au XVe et au XVIe siècle par quelques esprits éminents, mais dévoyés, nous avons montré François Viète, rappelant les géomètres de son époque aux saines doctrines et leur offrant, à la place de constructions chimériques, le moyen de trouver la quadrature du cercle avec une approximation suffisant à tous les besoins, non seulement de la pratique ordinaire, mais encore des calculs astronomiques. Nous avons été ainsi conduit à revendiquer pour un géomètre de notre pays, l'honneur d'avoir donné le premier, après Archimède, une valeur beaucoup plus approchée du rapport de la circonférence au diamètre :

« . . . . . .

» . . . . . Cette revendication est trop importante pour que nous ne saisissions pas la première occasion de la faire au nom du grand géomètre du Poitou dont les droits ont été jusqu'à ce jour généralement méconnus. Elle est d'ailleurs facile, car en matière de priorité, les dates seules font foi; et s'il y a lieu de s'étonner, c'est qu'une erreur à ce sujet, ait pu se perpétuer ainsi jusqu'à nos jours.

» François Viète a donné le rapport de la circonférence au diamètre avec *onze chiffres* en 1579, dans son ouvrage : *Francisci Vietœi, universalium inspectionum ad Canonem Mathematicum liber singularis. Lutetiæ* M. D. LXXIX. On y trouve, en effet, page 15, pour la valeur moyenne de ce rapport $314,159,\overline{245,36}$.

» Pierre Metius, géomètre hollandais, et non son fils Adrien, comme on le trouve mentionné dans presque tous les auteurs, donna plus tard pour valeur de ce rapport $\frac{355}{113}$. On lit, en effet, dans l'ouvrage : *Adriani Metii Alcmariani Arithmeticœ libri duo et Geometriæ libri VI*, etc., publié en 1626 chez les Elzevir :

« Mon père, P. M., géomètre de Nosseigneurs les Trois Nobles Ordres des Etats-Unis de Hollande, dans le petit livre *(libello)* qu'il a écrit en réponse à la quadrature du cercle de Simon Van Eyck *(Simonis de Quercu)*, a démontré que le rapport de la circonférence au diamètre est moindre que $3\frac{17}{120}$ ou $\frac{377}{120}$ et plus grand que $3\frac{15}{106}$ ou $\frac{333}{106}$. La moyenne entre ces rapports est $3\frac{16}{113}$ ou $\frac{355}{113}$. »

» Le livre de Van Eyck, ou plutôt de Simon Duchêne, car l'auteur était

de Dôle en Franche-Comté, n'ayant été publié qu'en 1584, le rapport trouvé par Pierre Metius n'a pu l'être que postérieurement à cette date..... »

» Adrien Romain (Van Römen), né à Louvain en 1561, professeur de mathématiques à Wurtzbourg, donna à son tour la valeur de ce rapport avec *quinze chiffres*, d'abord en 1590, dans son livre : *Ideæ Mathematicæ pars prima sive Methodus Polygonum*, etc.; et plus tard, en 1597, dans un Traité : *Archimedis circuli dimensio*, etc. »

« Ludolph Van Ceulen, né en 1539 à Hildesheim, professeur de mathématiques à l'École du Génie de Leyde, prenant à partie, comme l'avait fait P. Metius, la quadrature du cercle de Van Eyck, et en même temps celle de Scaliger, calcula ce rapport avec *vingt-un chiffres* d'abord, et plus tard avec l'aide de son élève, Pierre Cornelisz, avec *trente-trois chiffres*, mais ces résultats ne furent publiés qu'en 1597 dans la première édition de son ouvrage écrit en hollandais : *Van den Cirkel*, etc. (*Du cercle, où l'on apprend à trouver le rapport de la circonférence au diamètre.*)

» La question de priorité en faveur de François Viète ne peut donc être aujourd'hui l'objet d'aucun doute. »

Notre seconde communication avait pour but d'établir également sa priorité dans l'invention des expressions formées par une suite infinie de termes.

Au mois de mai 1593, François Viète faisait des conférences publiques à Tours. Elles furent publiées la même année sous le titre : *Francisci Vietæ, variorum de rebus mathematicis responsorum liber VIII*, etc. (*Le huitième livre des réponses de François Viète à diverses questions mathématiques, notamment à celles de la Duplication du Cube et de l'Aire du Cercle, terminé par un Manuel pour l'usage des Tables Trigonométriques.*) Parmi les questions relatives à l'Aire du Cercle, nous en trouvons une fort intéressante : *La détermination du rapport de la circonférence au diamètre, au moyen d'une suite infinie de facteurs.* C'est, dans l'histoire des Mathématiques, le premier exemple d'une expression de ce genre, c'est également la première démonstration de l'irrationnalité du nombre π. Après avoir démontré que « *deux polygones réguliers étant inscrits dans un cercle, si le nombre des côtés du premier est sous double de celui du second, l'aire du premier est à l'aire du second comme la corde supplémentaire du côté du premier est au diamètre du cercle circonscrit* », F. Viète établit comme conséquence immédiate que « *si dans un cercle on inscrit une suite de polygones réguliers dont le nombre des côtés suit la progression double prolongée jusqu'à l'infini, l'aire du premier polygone est à l'aire du troisième, comme le produit des cordes supplémentaires des côtés du premier et du deuxième est au carré du diamètre; l'aire du premier est à l'aire du quatrième, comme le produit des cordes supplémentaires des côtés du premier, du deuxième et du troisième est au cube du diamètre et ainsi de suite jusqu'à l'infini.* » En prenant pour la suite des polygones réguliers inscrits dans le cercle ayant pour diamètre l'unité, ceux dont le nombre des côtés correspond à la progression double 4, 8, 32..... 2^n et pour aire du cercle celle du dernier polygone considéré, F. Viète montre que l'on peut poser :

$$\pi = 4\sqrt{\frac{1}{2}} \times \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}}} \times \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}}}}$$

$$\times \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}}}}} \times \ldots$$

Le calcul de la valeur π par cette formule n'est pas plus laborieux que par la méthode d'Archimède ou par les méthodes analogues ; les résultats en sont aussi approchés; il est facile de s'en assurer, car cette formule est calculable par logarithmes en la mettant sous la forme

$$\pi = \frac{4\sqrt{\frac{1}{2}}}{\cos\frac{\pi}{8}\,.\cos\frac{\pi}{16}\,.\cos\frac{\pi}{32}\ \ldots}$$

Terminons en faisant remarquer qu'à mesure que le nombre des côtés des polygones augmente, la corde supplémentaire du côté adjacent à l'extrémité du diamètre tend à se confondre avec lui et que par conséquent on a

$$\text{Limite}\ \sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}+}}} = 1$$

— « La question de savoir quel est l'inventeur de l'*Application de l'Algèbre* » *à la Géométrie* a été agitée par quelques auteurs ; les uns se sont prononcés » en faveur de François Viète, les autres ont attribué cet honneur à René » Descartes ; cette divergence d'opinions ne repose que sur un malentendu. Si par *Application de l'Algèbre à la Géométrie* on entend la *Géométrie analytique*, c'est-à-dire cette science sublime basée tout entière sur la conception des *abscisses* et des *ordonneées*, le doute ne peut subsister : c'est à l'immortel auteur du *Discours de la Méthode* que revient l'insigne gloire de l'invention ; mais c'est F. Viète qui, le premier, a introduit dans la Géométrie les méthodes fécondes de l'Algèbre moderne, née de toutes pièces de son vaste génie... Après avoir découvert des relations nouvelles entre les diverses parties d'une figure, il a ramené la solution des problèmes réputés les plus difficiles, à la recherche des racines positives d'une équation du troisième ou du quatrième degré et, mis en présence du *cas irréductible*, il a imaginé de le résoudre par la trigonométrie. »

Tel était le préambule de notre troisième communication dont le but était de faire connaître la méthode de F. Viète pour l'application de l'Algèbre à la Géométrie, exposée la première fois dans deux de ses ouvrages : « *Effectionum geometricarum canonica recensio.* » (*Revue méthodique des constructions géométriques*) et « *Supplementum Geometriæ*, » publiés ensemble en 1593. Après nous être arrêté sur l'esprit de sa méthode, nous en avons donné un exemple en

choisissant la proposition XVI du *Supplementum Geometriæ*. « *Etant donnés deux triangles isocèles BAC, DCE, si l'angle à la base DCE du second est triple de l'angle à la base BAC du premier, le Cube de la base AC du premier moins trois fois le produit de la base AC du premier par le Carré AB des côtés égaux est égal au produit de la base CE du second par le Carré AB des côtés égaux.* » On a par conséquent :

$$\overline{AC}^3 - 3\overline{AB}^2 . \overline{AC} = \overline{AB}^2 . \overline{CE}$$

F. Viète applique immédiatement cette proposition au cas où le triangle DCE est équilatéral et il est facile de voir qu'alors l'angle ABC est égal au neuvième de deux angles droits, que par conséquent la hauteur BI du triangle ABC est la moitié du côté du polygone régulier de neuf côtés inscrit dans le cercle dont AB est le rayon, et que la moitié AI de la base AC est l'apothème de ce polygone. En prenant cette base pour inconnue et en faisant AB = R, on a en vertu de la proposition énoncée plus haut, l'équation

$$x^3 - 3R^2x = R^3$$

Elle correspond au *cas irréductible* et F. Viète la résout a u moyen de la trigonométrie en faisant :

$$x = 2R \cos 20^\circ$$

Il ne s'occupe pas des deux autres racines parce qu'elles sont négatives. Remarquons que l'équation qui donne la valeur de x, double de l'apothème, manque du terme en x^2, elle a donc trois racines réelles qui sont les trois apothèmes de l'ennéagone régulier et des deux ennéagones étoilés. Il résulte de là que :

1° L'apothème de l'ennéagone convexe est égal à la somme des apothèmes des deux ennéagones étoilés ;

2° Le produit des trois apothèmes est égal au cube de la moitié du rayon du cercle circonscrit.

Il est facile également de tirer de cette équation la relation

$$\cos 20^\circ \cos 50^\circ \cos 80^\circ = \frac{1}{8}.$$

Enfin, notre dernière communication avait pour objet principal les premiers travaux de l'illustre géomètre du Poitou; après être entré dans quelques détails biographiques inédits qui ont marqué ses premiers pas dans le vaste champ des mathématiques, nous avons cherché à donner une idée de ses premiers travaux, publiés comme nous l'avons déjà dit, en 1579.

« Le *Canon Mathematicus* est un recueil de tables dont la principale donne pour chaque minute du quart du cercle la valeur de chacune des six lignes trigonométriques pour un rayon égal 100,000. Imprimée avec un grand luxe, cette table, par sa disposition typographique, était d'un usage plus commode que celles publiées jusqu'alors, elle donnait les différences entre deux lignes consécutives, ce qui rendait les calculs plus faciles... »

» Dans le *Liber inspectionum*, l'auteur passe en revue toutes les formules

de la trigonométrie rectiligne et sphérique; il en fait connaître de nouvelles plus commodes qui lui appartiennent en propre ; il donne avec une très grande approximation (onze chiffres entiers ou décimaux) le rapport de la circonférence au diamètre, la valeur du sinus d'une minute, les valeurs numériques directes ou réciproques des côtés, surfaces, volumes, rayons des cercles inscrits et circonscrits, etc., etc., des polygones et des polyèdres réguliers, du cercle, de la sphère, etc. Dans ses calculs comme dans les résultats obtenus, il n'emploie que les divisions et subdivisions décimales dont il préconise les avantages sur la division sexagésimale, alors encore généralement en usage. Les chiffres décimaux sont placés à la suite des entiers, dont ils se distinguent par l'emploi d'un caractère plus petit et par un trait horizontal qui les souligne ; ce trait est supprimé lorsque les nombres sont en colonnes, et alors un trait vertical sépare les entiers des décimales ; dans le *Canon mathématique*, celles-ci sont simplement séparées de ceux-là par un intervalle plus grand. C'est donc à F. Viète que revient le mérite, attribué jusqu'à ce jour au géomètre anglais Ougthred, né en 1573, d'avoir supprimé le dénominateur dans les fractions décimales et d'avoir soumis leur calcul aux mêmes règles que celles des nombres entiers. »

Du *Liber inspectionum*, nous avons extrait deux constructions pratiques relatives à la quadrature du cercle. Partant de la considération du diamètre divisé en moyenne et extrême raison, F. Viète montre qne C étant la circonférence d'un cercle de rayon R, on peut écrire à $\frac{1}{63.000}$ près, l'égalité

$$\frac{1}{4} C = \frac{6 R}{5 (3 - \sqrt{5})}$$

et si K est le côté du carré équivalent au cercle, à $\frac{1}{30.000}$ près l'égalité

$$K^2 = \frac{24 R^2}{(5 - \sqrt{5})^2} .$$

D'où les deux constructions graphiques, que le lecteur pourra traduire facilement en une figure. Soit ABCD le cercle donné, AOC un diamètre vertical, BOD le diamètre à angle droit. On prend le milieu E du rayon AO, et par l'extrémité de droite B du diamètre BOD on mène la corde BEG ; à partir de E on prend sur cette corde, vers l'extrémité B, ER = OE. De l'extrémité de la corde on abaisse la perpendiculaire GL au diamètre BOD. Sur le diamètre vertical AC, on prend à partir de l'extrémité C, une longueur CN égale à BR ; on joint NL et par le point C on mène une parallèle CF à NL, jusqu'à sa rencontre en F avec le diamètre BO prolongé. La longueur OF est égale au quart de la circonférence du cercle OA.

Si dans le même cercle, on joint CD, côté du carré inscrit, si l'on prend sa moitié CL, et si l'on porte sur le rayon OA à partir du centre O, OH = CL; si l'on prend sur le rayon OD, une longueur OK égale au plus petit segment du rayon partagé en moyenne et extrême raison et si l'on joint KH : si par l'extrémité D du diamètre BOD on mène DI parallèle à KH, et par l'extrémité B du même diamètre la sécante BHI jusqu'à sa rencontre I avec la parallèle

ID; si sur BI on construit le carré BLMN, l'aire de ce carré sera égale à celle du cercle.

Nous avons terminé cette dernière communication, en donnant d'après le *Supplementum geometriæ* deux constructions graphiques, l'une pour trouver le côté de l'heptagone régulier, l'autre pour le côté de l'enneagone. La première quoiqu'assez simple, exigerait une figure, la seconde n'est pas dans le même cas.

Soit O le centre d'un cercle, AOC son diamètre; si sur le rayon OC on construit un triangle équilatéral ΘCF, dont le sommet F est nécessairement sur la circonférence, si on fait passer par le point F, une règle ou une bande de papier sur laquelle on a marqué par ses points extrêmes une longueur égale au rayon OC, en la faisant glisser jusqu'à ce que l'on obtienne une sécante GMF, dont l'extrémité G opposée au point F soit sur le prolongement AG du diamètre AOC, et dont la partie extérieure GM soit égale à OC, si du point M qui est sur la circonférence, on abaisse la perpendiculaire MH au diamètre et qu'on la prolonge jusqu'à sa rencontre N avec la circonférence la corde MN sera le côté du polygone régulier de neuf côtés.

M. Ed. LUCAS

Professeur au Lycée Charlemagne.

SUR LE JEU DE DAMES A LA POLONAISE (*).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Ed. Lucas donne la solution complète de la partie de vingt contre un à qui perd gagne, sur le damier à la polonaise.

(*) Voir le mémoire in extenso dans la *Revue scientifique* du 16 août 1879.

M. le Général PARMENTIER
Ancien Élève de l'École Polytechnique

SUR LA QUADRATURE DES PARABOLES DU 3e DEGRÉ.

— Séance du 30 août 1879. —

I. Si l'on cherche l'aire d'une parabole du troisième degré dont l'équation a la forme

$$(1) \qquad y = \alpha + \beta x + \gamma x^2 + \delta x^3$$

entre l'axe des x et deux ordonnées quelconques y_0, y_2, en fonction de ces deux ordonnées et d'une ordonnée intermédiaire y_1, à égale dis-

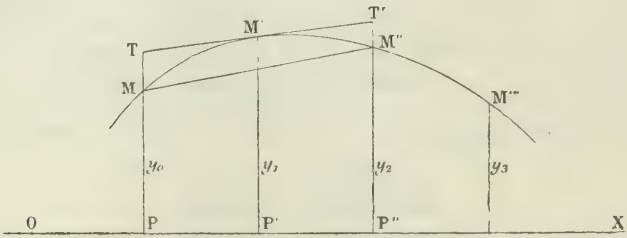


Fig. 8.

tance des deux autres, on trouve que cette aire est déterminée, quoique la parabole assujettie seulement à passer par les trois points M, M′, M″ ne le soit pas.

En supposant l'origine en P, et appelant h l'équidistance des trois ordonnées, l'aire PMM′M″P″ aura pour expression :

$$S = \int_0^{2h} (\alpha + \beta x + \gamma x^2 + \delta x^3)\, dx,$$

ou $$(2) \qquad S = 2\,\alpha h + 2\,\beta h^2 + \frac{8}{3}\gamma h^3 + 4\,\delta h^4.$$

et l'on aura pour déterminer α, β, γ, δ en fonction des ordonnées y_0, y_1, y_2, les trois relations

$$y_0 = \alpha$$

$$y_1 = \alpha + h.\,\beta + h^2.\,\gamma + h.^3\,\delta$$

$$y_2 = \alpha + 2\,h.\,\beta + 4\,h.^2\,\gamma + 8\,h.^3\,\delta$$

La première donne $\alpha = y_0$, et les deux autres permettent de calculer β et γ en fonction de y_0, y_1, y_2, et δ. On trouve :

$$\beta = \frac{-3\,y_0 + 4\,y_1 - y_2 + 4\,h^3\,\delta}{2\,h}$$

$$\gamma = \frac{y_0 - 2\,y_1 + y_2 - 6\,h^3\,\delta}{2\,h^2}$$

et en mettant ces valeurs dans l'équation (2), il vient

$$(3) \qquad S = \frac{1}{3}h\,(y_0 + 4\,y_1 + y_2).$$

L'indéterminée δ a disparu.

On arriverait au même résultat en calculant α, β, γ, δ, en fonction de quatre ordonnées, c'est-à-dire en prenant l'aire PMM′M″P″ d'une parabole assujettie à passer par un quatrième point M‴ situé à une distance h de l'ordonnée y_2. Dans ce cas, c'est l'ordonnée y_3 du point M‴ qui disparaîtrait, et l'on aurait toujours

$$S = \frac{1}{3}h\,(y_0 + 4\,y_1 + y_2).$$

Or, il y a une infinité de paraboles du troisième degré passant par M, M′, M″ : elles ont toutes la même aire S, et qui plus est, cette aire est la même que celle de la parabole du 2d degré passant par les trois mêmes points, car le coefficient δ de x^3 étant indéterminé on peut le supposer nul. Il s'en suit que l'aire du segment parabolique du troisième degré équivaut, comme celle du segment parabolique du deuxième degré, aux deux tiers du rectangle ayant pour base la corde de l'arc et pour hauteur la distance de cette corde au point de la courbe situé sur le diamètre passant par le milieu de la corde (*).

II. Cette singulière propriété de l'invariabilité de l'aire d'un segment, déterminé par une infinité d'arcs de paraboles du troisième degré ayant trois points communs, doit certainement être connue, mais peut-être les considérations qui vont suivre offrent-elles quelque intérêt.

On pourrait être tenté de se demander si la même propriété ne s'étend pas aux paraboles d'un degré supérieur au troisième. Il n'en est rien, et l'on peut s'en rendre compte, en même temps que l'on voit en quelque sorte la raison qui fait que toutes les paraboles du troisième degré se confondent pour la valeur de l'aire avec celle du second degré, au moyen du développement en série des valeurs de S et des aires

(*) Voir à la fin, un ex

PMM″P″ et PTT″P″ formées par la corde MM″ et la tangente TT″ à l'un quelconque des arcs paraboliques.

Soit O P $= x_0$. On peut poser

$$S = \int_{x_0}^{x_0 + 2h} f(x)\, dx$$

ou, en comptant la variable à partir de P,

$$S = \int_0^{2h} f(x_0 + x)\, dx.$$

En développant on a

$$S = 2h f(x_0) + 2h^2 f'(x_0) + \frac{4}{3} h^3 f''(x_0) + \frac{2}{3} h^4 f'''(x_0) + \frac{4}{15} h^5 f^{\text{IV}}(x_0) + \text{etc.}$$

Rien ne fait voir que cette valeur est constante quand le degré ne dépasse pas une certaine limite, c'est-à-dire quand les dérivées sont nulles à partir de l'une d'entre elles. Mais on peut tourner la difficulté en comparant l'aire de la courbe aux aires des trapèzes inscrit et circonscrit.

L'aire du trapèze inscrit PMM″P″ est

$$A = h\,[f(x_0 + 2h) + f(x_0)], \text{ ou}$$

$$A = 2h f(x_0) + 2h^2 f'(x_0) + 2h^3 f''(x_0) + \frac{4}{3} h^4 f'''(x_0) + \frac{2}{3} h^5 f^{\text{IV}}(x_0) + \text{etc.}$$

L'aire du trapèze circonscrit PTT″P″ a pour valeur

$$A' = 2h f(x_0 + h), \text{ ou}$$

$$A' = 2h f(x_0) + 2h^2 f'(x_0) + h^3 f''(x_0) + \frac{1}{3} h^4 f'''(x_0) + \frac{5}{12} h^5 f^{\text{IV}}(x_0) + \text{etc.}$$

d'où l'on tire pour la valeur des deux segments paraboliques intérieur et extérieur

$$S - A = -\frac{2}{3} h^3 f''(x_0) - \frac{2}{3} h^4 f'''(x_0) - \frac{2}{5} h^5 f^{\text{IV}}(x_0) - \text{etc.}$$

$$S - A' = \frac{1}{3} h^3 f''(x_0) + \frac{1}{3} h^4 f'''(x_0) + \frac{11}{60} h^5 f^{IV}(x_0) + \text{etc.}$$

L'examen de ces valeurs fait voir que, pour que le rapport $\frac{S - A}{S - A'}$ soit constant, il faut et il suffit que les fonctions dérivées supérieures à $f''(x_0)$ disparaissent, c'est-à-dire que le degré de la parabole ne dépasse pas le troisième.

III. L'aire $\frac{1}{3} h (y_0 + 4 y_1 + y_2)$ est l'élément qui sert à établir la formule de quadrature de Th. Simpson. Ce qui précède montre qu'on obtiendrait la même formule au moyen d'une série d'arcs paraboliques du troisième degré. C'est sans doute là la cause de la grande approximation que donne la méthode de Simpson. Par trois points M_0, M_1, M_2 d'une courbe $A M_0 M_1 M_2 M_3 B$, on peut faire passer une infinité de courbes différentes, par exemple $C M_0 M_1 M_2 D$. N'est-il pas naturel de penser que si l'une de ces courbes était assujettie à passer par un quatrième point M_3 de la courbe, situé dans le voisinage et au delà du troisième, cette courbe $E M_0 M_1 M_2 M_3 F$ se rapprocherait davantage de la courbe donnée que les autres lignes non assujetties à cette condition ? Or, on peut précisément considérer la formule de Simpson comme obtenue au moyen d'arcs paraboliques ayant toujours avec la courbe donnée un quatrième point commun, situé au delà de la limite des trapèzes consécutifs dont la somme forme l'aire déterminée par cette formule. Rien n'empêche même de supposer le quatrième point M_3 très près de M_2, et alors les tangentes en M_2 aux deux courbes sont nécessairement peu différentes.

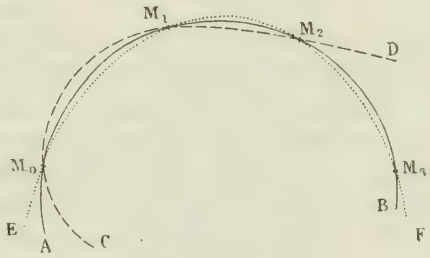


Fig. 9.

NOTE.

Exemple numérique d'arcs de paraboles du second et du troisième degré ayant même aire.

Soient les trois points dont les coordonnées sont

$$(x_0 = o,\ y_0 = 1)\ ,\ (x_1 = 1,\ y_1 = 2),\ (x_2 = 2,\ y_2 = 9).$$

En mettant successivement ces coordonnées dans l'équation

$$(1) \qquad y = \alpha + \beta x + \gamma x^2 + \delta x^3$$

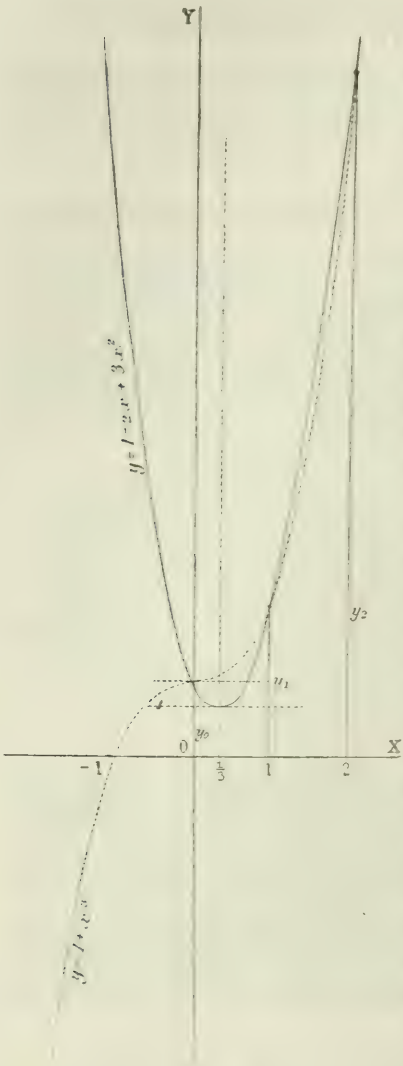


Fig. 10.

et cherchant les valeurs des trois premiers coefficients en fonction du quatrième, puis mettant ces valeurs $\alpha = 1$, $\beta = 2(\delta - 1)$, $\gamma = -3(\delta - 1)$, dans l'équation générale (1), on trouve l'équation de condition

$$(2) \qquad y = 1 + 2(\delta - 1)x - 3(\delta - 1)x^2 + \delta x^3.$$

Cette équation représente une infinité de paraboles qui passent toutes par les trois points donnés, et dont l'aire est constante et égale à celle de la parabole du second degré représentée par l'équation $y = 1 - 2x + 3x^2$ que l'on obtient en faisant $\delta = 0$ dans l'équation (2). Si l'on fait, par exemple, $\delta = 1$, on aura l'équation $y = 1 + x^3$. En construisant cette courbe et la parabole du second degré, on voit qu'entre $x = 0$ et $x = 1$ les ordonnées de la première sont plus grandes que celles de la parabole du second degré, tandis qu'entre $x = 1$ et $x = 2$ elles sont, au contraire, plus petites, ce qui établit la compensation pour les aires. En calculant les deux expressions

$$\int_0^2 (1 + x^3)\,dx, \text{ et } \int_0^2 (1 - 2x + 3x^2)\,dx,$$

on trouverait, en effet, le même nombre 6 pour la valeur de l'aire des deux paraboles, valeur que l'on obtient d'ailleurs plus simplement par la formule $\frac{1}{3} h (y_0 + 4 y_1 + y_2)$.

M. le Dr P. H. SCHOUTE
de la Haye.

DE LA PROJECTION SUR UNE SURFACE

— *Séance du 30 août 1879.* —

La communication suivante est un aperçu d'une étude, qui vient de paraître dans le *Nieuw Archief voor Wiskunde*, tome VI. J'ai ajouté la démonstration aux théorèmes connus qui en forment la première partie, parce que c'est là la démonstration qui intéresse. Pour ne pas abuser de la bienveillance de la rédaction des Comptes-Rendus, j'ai omis la démonstration des théorèmes nouveaux qui font la seconde partie de la communication.

1. « Les normales à une surface F_n forment un système de droites de la $n^2 - n^{\text{ième}}$ classe, c'est-à-dire chaque plan en contient $n^2 - n$. »

Les $n(n-1)$ points de F_n, où les normales à F_n se trouvent dans un plan donné V, constituent l'intersection totale de deux courbes planes C_n et C_{n-1}, dont la première est l'intersection de V avec F_n, la dernière l'intersection de V avec la première surface polaire F_{n-1} de F_n par rapport au point à l'infini commun à toutes les perpendiculaires à V.

2. « La projection d'une droite l sur F_n, c'est-à-dire le lieu des pieds des normales abaissées des points de l sur F_n, est une courbe gauche R_n^2, la base d'un faisceau de surfaces du $n^{\text{ième}}$ ordre; elle a donc $\frac{1}{2}n^2(n-1)^2$ points doubles apparents. »

La projection en question, c'est le lieu des $n(n-1)$ pieds des normales situés sur les courbes C_{n-1} déjà mentionnées, qui se trouvent dans les différents plans V passant par l. Ces plans V correspondent projectivement aux points L de l'infini où concourent les perpendiculaires à ces plans Et à leur tour ces points L situés sur la droite de l'infini, qui est commune à tous les plans perpendiculaires à l, correspondent projectivement aux surfaces F_{n-1} du faisceau de leurs premières surfaces polaires par rapport à F_n. D'où l'on déduit, que les plans V correspondent projectivement aux surfaces de ce faisceau. Ainsi la surface, qui contient toutes les courbes planes C_{n-1}, est le lieu de la courbe d'intersection des surfaces correspondantes de deux faisceaux projectifs, dont l'un est du premier et l'autre du $n-1^{\text{ieme}}$ ordre. Cette surface, qui passe par l aussi bien que par la courbe $R_{(n-1)^2}$ commune à toutes les F_{n-1}, est donc du $n^{\text{ième}}$ ordre; je la désignerai par G_n.

Les points d'intersection de toutes les courbes C_{n-1} avec F_n appartiennent à la courbe en question, et réciproquement chaque point de la projection se trouve sur une des courbes C_{n-1} ; il s'ensuit que la projection de l sur F_n ne diffère guère de l'intersection de F_n avec G_n , etc. (*).

3. « Les normales à une surface F_n forment un système de droites du $n^3-n^2+n^{\text{ième}}$ ordre, c'est-à-dire que n^3-n^2+n de ces droites passent par un point donné P. »

Les projections R_{n^2} et R'_{n^2} de deux droites l et l' qui se coupent en P ont n^3 points communs; car elles sont les courbes d'intersection de F_n avec les deux surfaces G_n et G'_n qui correspondent à l et à l' et les trois surfaces F_n , G_n et G'_n ont n^3 points communs. Des n^3 normales à F_n , qui coupent l et l' à la fois, n^2-n se trouvant dans le plan de ces deux droites, les n^3-n^2+n autres passent par P, etc.

4. « Les projections d'un point P sur F_n , c'est-à-dire les pieds p des normales à F_n , qui passent par P, forment les points d'intersection de F_n avec une courbe gauche R_{n^2-n+1} par P, qui a $\frac{1}{2}(n-1)^2(n^2-2n+2)$ points doubles apparents; je l'appelle la courbe projetante de P. Toutes les courbes projetantes des différents points P de l'espace passent par les $(n-1)^3$ pôles du plan V_∞ (situé tout entier à l'infini) par rapport à F_n et par n^2-n+1 autres points en V_∞ (de sorte que les asymptotes de l'une de ces courbes sont parallèles à celles des autres). »

Sur les surfaces G_n et G'_n , appartenant à deux droites l et l' par P, se trouve la courbe C_{n-1} située dans le plan des deux droites; la courbe d'intersection de ces deux surfaces est donc composée de deux parties, la courbe C_{n-1} mentionnée et une courbe gauche R_{n^2-n+1} (**). La dernière doit contenir les n^3-n^2+n pieds des normales abaissées de P sur F_n , car ces points, situés hors de V, se trouvent sur les deux surfaces G_n et G'_n sans appartenir à C_{n-1}. L'ensemble des projections de P sur F_n est l'intersection totale de R_{n^2-n+1} avec F_n , car cette courbe ne saurait avoir plus de points communs avec F_n sans qu'elle se trouvât entièrement ou en partie sur F_n , ce qui est impossible.

(*) Le théorème que je viens de démontrer a déjà été démontré en 1868 par M. August (*Journal de Crelle*, tome LXVIII, page 242) d'une manière qui n'est que l'extension à l'espace de celle que M. Steiner avait publiée en 1855 (*Crelle*, tome XLIX, page 333) et qu'on peut nommer la manière cinématique. Plus tard, M. Mannheim et M. Sturm s'en sont occupés avec succès. Dans une annotation, au pied de page 343 du mémoire cité, M. Steiner a dit : le lieu du sommet d'un angle droit, qui se meut dans son plan de manière que ses deux côtés restent tangents à une courbe fixe de la classe K, est une courbe de l'ordre K^2. La contradiction de ce théorème avec le théorème connu des sections coniques n'est qu'apparente.

Ici le grand Steiner est en erreur. Il n'a pas pensé que chaque droite qui passe par un des deux points circulaires imaginaires à l'infini (les ombilics du plan) sont rectangulaires à elles-mêmes. La courbe en question est toujours de l'ordre K^2-K. Ainsi il n'y a pas de contradiction entre le cas général et celui de la conique (voir *Nouvelles Annales*, tome XVIII, page 314 et tome XX, page 206).

(**) La courbe R_{n^2-n+1} a été déjà étudiée par Steiner et par August (*l. c.*). Cependant ils l'ont trouvée de toute autre manière et ils n'en ont pas fait usage en courbe projetante.

De la définition même de la courbe projetante il ne va pas encore sans dire, qu'elle est la seule courbe de cette espèce qui lie P à ses projections. Plutôt on serait porté à croire qu'on trouverait une autre courbe en remplaçant les droites l et l' par d'autres droites passant par P ; néanmoins cela n'est pas le cas. Car une surface G''_n qui appartient à une autre droite l'' par P doit passer par la courbe R_{n^2-n+1} déjà trouvée, parce qu'elle la coupe en n^3-n^2+n+1 points (P et ses projections). Ainsi la courbe déjà trouvée doit faire partie de l'intersection d'une paire quelconque de surfaces G_n correspondantes à deux droites l par P et parce que cette intersection est complétée d'une courbe C_{n-1}, elle ne saurait contenir davantage.

On parvient à la même conclusion en remarquant que toutes les courbes R_{n^2-n+1}, qu'on pourrait faire naître par le remplacement des deux droites l passant par P, doivent coïncider avec le lieu des points, dont le plan polaire par rapport à F_n est perpendiculaire à la droite qui joint ce point au point fixe P. Car chaque point Q de la courbe R_{n^2-n+1} étant situé sur les deux surfaces G_n et G'_n des droites l et l' par P, et non pas en V, le plan polaire de Q doit, eu égard à la génération des surfaces G_n et G'_n, être perpendiculaire au plan passant par Q et l, et au plan passant par Q et l', c'est-à-dire à l'intersection PQ de ces deux plans. Le lieu du point Q, dont le plan polaire par rapport à F_n est perpendiculaire à PQ, contient donc la courbe R_{n^2-n+1}. Comme on trouve, de bien d'autres manières, que ce lieu lui-même est de l'ordre $n^2 - n + 1$, il n'y a qu'une courbe projetante de P.

Les surfaces G_n, qui appartiennent à toutes les droites l qui se trouvent dans un plan V et passent par un de ses points P, forment un faisceau de l'ordre n, dont la base est composée de la courbe projetante de P et de la courbe C_{n-1} située en V. Chaque surface de ce faisceau coupe V suivant la courbe C_{n-1} et la droite l à laquelle elle appartient; des $n^2 - n + 1$ points d'intersection de R_{n^2-n+1} avec V, il n'y en a qu'un, le point P, qui ne se trouve pas sur C_{n-1}. Les deux parties de la base ont donc $n^2 - n$ points communs. Le nombre des points doubles apparents de la base simple s'élevant à $\frac{1}{2} n^2 (n-1)^2$, la courbe projetante en a

$$\frac{1}{2} n^2 (n-1)^2 - \left\{(n-1)(n^2-n+1) - (n^2-n)\right\}$$

$$= \frac{1}{2} (n-1)^2 (n^2 - 2n + 2).$$

Puisque toutes les surfaces G_n passent par les $(n-1)^3$ pôles du plan

V_∞ par rapport à F_n et ces points ne se trouvent pas sur une courbe C_{n-1} située dans un plan quelconque V par P, les courbes projetantes des différents points P de l'espace doivent passer toutes par ces $(n-1)^3$ pôles. De plus, ces courbes coupent le plan V_∞ aux mêmes points. Car si Q_∞ situé en V_∞ est un point de la courbe projetante de P et q_∞ l'intersection de V_∞ avec le plan polaire de Q_∞ par rapport à F_n, la droite qui joint Q_∞ à un point quelconque P de l'espace sera aussi perpendiculaire au plan polaire de Q_∞. En d'autres termes, Q_∞ et q_∞ seront dans V_∞ pôle et polaire par rapport à l'intersection de V_∞ avec F_n aussi bien que par rapport au cercle imaginaire de ce plan. Et, en vérité, ces pôles et polaires par rapport aux deux courbes à la fois se présentent au nombre de $n^2 - n + 1$ (*).

Par les deux courbes projetantes R et R′ de deux points arbitraires P et P′ on peut toujours mener une surface de l'ordre n, la surface G_n, qui appartient à la droite l par les deux points P et P′. A l'exception des $(n-1)^3$ pôles du plan V_∞ et des $n^2 - n + 1$ points du plan V_∞, elles n'ont plus de points communs. Car, en général, il est impossible de trouver sur la droite l par P et P′ un point dont le plan polaire soit perpendiculaire à l. Et il n'y a pas un seul plan polaire, qui est perpendiculaire aux deux droites de direction différente, qui joignent P et P′ au pôle de ce plan, qui se trouve hors de l. Ainsi, des courbes projetantes de tous les points de l, qui se trouvent toutes sur la surface G_n de la droite l, il n'en passe qu'une par un point Q arbitrairement choisi sur G_n. Ce qui cependant n'exclut pas le cas, qu'il y passe encore une autre courbe R_{n^2-n+1}, qui ressemble en tout à la courbe projetante, excepté qu'elle est courbe projetante d'un point quelconque de l'espace, un cas qui ne tarde pas à se présenter aussitôt qu'on attribue à n la valeur deux (**).

Seulement, quand PP′ est perpendiculaire au plan polaire d'un de

(*) Le nombre des points d'un plan, dont les polaires par rapport à deux courbes C_n et $C_{n'}$ situées dans ce plan, coïncident, est, en général, $(n + n' - 2)^2 - (n-1)(n'-1)$. Car si l est une droite du plan et Q un point sur l, les polaires des points d'intersection des premières courbes polaires de Q par rapport à C_n et $C_{n'}$, se coupent en Q ; le lieu des points, dont les polaires par rapport à C_n et $C_{n'}$ se coupent sur l, est donc aussi le lieu des points d'intersection des courbes correspondantes des deux faisceaux projectifs des premières courbes polaires des points Q de l par rapport à C_n et $C_{n'}$. Ce lieu est donc une courbe de l'ordre $n + n' - 2$. De même les points, dont les polaires par rapport à C_n et $C_{n'}$, se coupent sur une autre droite l' du plan, engendrent une autre courbe de l'ordre $n + n' - 2$. Parmi les $(n + n' - 2)^2$ points d'intersection de ces deux courbes les $(n-1)(n'-1)$ points d'intersection des premières courbes polaires C_{n-1} et $C_{n'-1}$ du point de concours de l et l' ne satisfont pas à la question ; il en reste donc $(n + n' - 2)^2 - (n-1)(n'-1)$, nombre qui, pour $n' = 2$ se transforme en $n^2 - n + 1$.

(**) Quand F_n représente une surface du second ordre, toutes les surfaces G passent par le centre de F_2 et par les trois points des axes de F_2, qui se trouvent à l'infini. Par ces quatre points de F_2 et un point quelconque Q d'une surface G, on peut faire passer deux courbes R_3, dont l'une coupe deux fois les génératrices et une fois les directrices de G, tandis que l'autre, au contraire, coupe une fois les génératrices et deux fois les directrices.

ses points Q, une infinité de courbes projetantes passe par Q. Les points P, auxquels ces courbes appartiennent, étant situés sur PP′, les courbes elles-mêmes se trouvent sur la surface G_n, qui correspond à cette droite. La courbe projetante de P étant projetée de P′ par un cône du n^2—$n^{ième}$ ordre, les droites PP′, qui sont perpendiculaires au plan polaire d'un de leurs points, engendrent un « complex de rayons, » dont l'ordre et la classe sont représentés par $n^2 - n$ (*).

5. « La surface projetante d'une droite l sur F_n, c'est-à-dire le lieu des normales à F_n, qui coupent l, est de l'ordre n^3. La droite l en est une droite $n^3 - n^2 + n^{-ple}$; de plus cette surface a une courbe double de l'ordre $\frac{1}{2} n (n-1)(4n+1)(n^2-n-1)$, qui coupe la droite l $2n^2(n-1)(n^2-n-1)$- fois.

Les projections R_{n^2} et R'_{n^2} de deux droites l et l', qui ne se trouvent pas dans un même plan, ont n^3 points communs ; il y a donc n^3 droites normales à F_n, qui coupent l et l' à la fois ; le lieu des normales à F_n, qui coupent l, étant coupé par l' en n^3 points, est une surface F_{n^3}.

On trouve le même résultat de la manière suivante : L'intersection de la surface projetante avec un plan quelconque λ par l se compose de la droite l, qui, sans être normale à F_n elle-même, participe $n^3 - n^2 + n$ fois à la formation de la surface, parce qu'autant de normales passent par un quelconque de ses points et des $n^2 - n$ normales à F_n, qui sont situées en λ, etc.

La surface projetante a une courbe double, le lieu des $\frac{(n^2-n)(n^2-n-1)}{2}$ points d'intersection des $n^2 - n$ normales en chaque plan λ par l. Quand il arrive k fois que deux normales situées dans le même plan λ se coupent sur l, le degré de cette courbe est $k + \frac{(n^2-n)(n^2-n-1)}{2}$.

Et le nombre k, qui est $2n^2(n-1)(n^2-n-1)$ s'obtient facilement,

(*) Les six normales à F_2, qui passent par un point P de l'espace, se trouvent sur un cône du second ordre, qui passe par le centre de F_2 et par les points où les axes de cette surface percent V_∞. En général, les $n(n^2-n+1)$ normales à F_n, qui passent par un point P de l'espace, se trouvent sur un cône du n^2-n-$ième$ ordre, qui passe par les $(n-1)^3$ pôles de V_∞ par rapport à F_n et par les n^2-n+1 points de V_∞ communs à toutes les courbes projetantes. Ce théorème général n'offre rien de particulier qu'autant que n est égal à deux. Car tandis qu'en général dix droites passant par un point ne se trouvent pas sur un cône du second ordre, les $n(n^2-n+1)+(n-1)^3+n^2-n+1$ ou $n(2n^2-3n+3)$ droites correspondantes du cas général se trouvent toujours sur un cône de l'ordre n^2-n. Simplement puisque (pour $n \geq 3$) $n(2n^2-3n+3)$ est toujours moindre que $\frac{(n^2-n)(n^2-n+3)}{2}$, le nombre des arêtes qui déterminent ce cône. Car l'équation $n^3-4n^2+7n-6=0$, qu'on obtient en égalisant la différence $\frac{n(n-1)(n^2-n+3)}{2} - n(2n^2-3n+3)$ à zéro, se transforme, quand on pose $n = n_1 + 3$ en $n_1^3 + 5n_1^2 + 10n_1 + 6 = o$, et cette équation n'a plus de variation de signe.

si l'on a trouvé d'avance la classe $2n\,(n^2 - n - 1)$ de la surface qui est enveloppée par les sections principales de F_n, le lieu des centres de courbure de ces sections principales. A son tour ce nombre k fait connaître le degré de cette surface (*).

6. Je continue par l'énumération de quelques théorèmes qui, pour la plupart, sont nouveaux :

« Le satellite de la projection d'une droite l sur F_n, c'est-à-dire la courbe, qui jointe à la projection elle-même forme l'intersection complète de F_n avec la surface projetante F_{n^3} de l, est une courbe $R_{n^2(n^2-1)}$ qui a $\frac{1}{2}\,n^2\,(n-1)^2\,(n+1)\,(n^3-n-1)$ points doubles apparents et qui coupe la projection en $n^3\,(n^2-1)$ points. Elle est l'intersection complète de F_n avec une surface $F_{n(n^2-1)}$. »

« Le satellite de la projection d'une droite l sur F_n a un point plan (**) $(n^2+1)\,(n-1)^{\text{-}ple}$ en chaque point d'intersection de l avec F_n ; chacun de ses points représente $(n^2+1)\,(n-1)$ points d'intersection de la projection avec le satellite. En dehors de ces points les deux courbes ont encore $n\,(n-1)\,(n^3-1)$ points communs et le satellite $\frac{1}{2}\,n\,(n-1)\,(4n^4-5n^3-5n^2-n+2)$ points doubles. »

« Le lieu des projections d'un point P sur les surfaces F_n d'un faisceau est une courbe de l'ordre $3n^2-2n+1$, qui coupe la base du faisceau en $n^2\,(2n-1)$ points. ».

« Le cône des normales de P sur toutes ces surfaces est de l'ordre $3n^2-2n$. »

« Le lieu des courbes projetantes de P par rapport à ces surfaces est une surface de l'ordre $2n-1$. »

« Le lieu de la projection d'une droite l sur les surfaces F_n d'un faisceau est une surface F_{2n}, qui passe par la base du faisceau et par l. »

« Le lieu du point d'un plan V, où la normale à la surface F_n d'un faisceau qui passe par ce point se trouve en V, est une courbe C_{2n-1}, qui passe par les n^2 points de la base du faisceau situé en V. »

« Le lieu de la projection d'un point P sur les surfaces F_n d'un réseau est une surface F_{3n-1}, qui passe par les points de base du réseau. »

« La projection d'une courbe gauche R_p sur F_n est une courbe gauche R_{pn^2}, l'intersection complète de F_n avec la surface F_{pn}, lieu des courbes projetantes des points de R_p. »

(*) Sturm. *Mathem. Annalen*, tome VI, page 241 et tome VII, page 567.
Darboux. — *Comptes Rendus*, 1871, 2e partie, page 1328.

(**) J'appelle un point i^{ple} d'une courbe gauche un point *plan* i^{ple}, quand les tangentes aux i branches en ce point se trouvent dans un plan.

« La surface projetante de R_p est une surface F_{pn^3}. »

« Le satellite de la projection est une courbe $R_{pn^2(n^2-1)}$, l'intersection complète de F_n avec une surface $F_{pn(n^2-1)}$. »

« Le nombre des points doubles apparents de la projection est égal à $\frac{1}{2}pn^2(n-1)(pn-1)$, celui du satellite à $\frac{1}{2}pn^2(n-1)^2(n+1)\{pn(n^2-1)-1\}$; les deux courbes ont communs $p^2n^3(n^2-1)$ points »

« La projection d'une courbe gauche R_p qui est située sur F_n est composée de la courbe R_p elle-même et d'une courbe complétante $R_{p(n^2-1)}$ qui forment ensemble l'intersection complète de F_n avec la surface F_{pn}, lieu des courbes projetantes des points de R_p, etc. La surface projetante se compose de deux parties F_{pn} et $F_{pn(n^2-1)}$, le satellite se divise de même en une $R_{p(n^2-1)}$ et une $R_{p(n^2-1)^2}$, etc. »

« Le lieu de la projection d'une courbe gauche R_p sur les surfaces F_n d'un faisceau est une surface F_{2pn}, qui passe p-fois par la base du faisceau et une fois par R_p. »

Pour le cas $n = 2$, je trouve encore :

« Les droites l, dont les projections sur une surface F_2 se composent d'une cubique gauche et une de ses cordes, forment un système du 12*ième* ordre et de la 4*ième* classe, dont les plans principaux de F_2 et le plan à l'infini forment deux fois des plans doubles. »

« Les droites l, dont les projections sur F_2 se composent de deux courbes planes et de telle manière que chaque plan contient trois des six projections d'un point, forment un système du 10*ième* ordre et de la 6*ième* classe. Les plans de ces courbes enveloppent une surface de la quatrième classe, dont les plans tangents se correspondent deux à deux (**).

« Les six plans qui touchent F_2 dans les pieds des normales abaissées d'un point P sur F_2 déterminent une parabole gauche, dont ils sont des plans osculateurs. Cette courbe cubique oscule aussi les plans principaux de F_2. »

(*) M. Mannheim a donné un cas particulier de ce théorème (*Comptes rendus* 1870, 1re partie, page 1025).

(**) M. Desboves (*Nouvelles Ann.*, 2e série, tome II, page 228).

M. Ed. LUCAS
Professeur au Lycée Charlemagne.

SUR L'IRRÉDUCTIBILITÉ AU POINT DE VUE ARITHMÉTIQUE.

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Éd. COLLIGNON
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

NOTE SUR L'INSCRIPTION DANS LE CERCLE DU POLYGONE RÉGULIER DE 17 CÔTÉS.

— *Séance du 30 août 1879.* —

Nous nous proposons, dans cette note, de revenir sur le problème du partage de la circonférence en 17 parties égales. On connaît la solution algébrique donnée par Gauss dans la VIIme section des *Disquisitiones arithmeticæ*. Lagrange, dans la 14me note de son *Traité de la résolution des équations numériques*, l'a rattachée à la méthode qu'il avait donnée dans les *Mémoires de Berlin*, années 1770 et 1771, pour la résolution des équations algébriques. Plus tard Legendre introduisit la même théorie dans la deuxième édition de sa *Théorie des nombres*, et traita le problème spécial de l'inscription du polygone régulier de 17 côtés dans la dernière note de sa trigonométrie. Ce même problème se trouve résolu tout au long dans le *Cours d'algèbre supérieure* de M. Serret (3e édition, tome II, pages 536 et suiv.), et l'analyse algébrique de la question est suivie (page 543) de la construction géométrique du côté du polygone de 34 côtés, d'où le polygone de 17 côtés se déduit immédiatement. On trouve aussi dans les *Théorèmes et problèmes de géométrie élémentaire* de M. Eugène Catalan (livre IV, théorème VIII et problème XIII, pages 267 et 298 de la sixième édition), une solution entièrement géométrique du problème. Le but de notre note est, à proprement parler, de faire connaître une construction géométrique analogue, fondée sur la considération d'angles auxiliaires qui, croyons-nous, permettent d'apporter à la solution une certaine simplification.

§ I

Commençons par rappeler, d'après Legendre les équations du second degré qu'il faut résoudre pour trouver l'apothême du polygone régulier de 17 côtés. La solution qu'il indique se résume comme il suit :

Soit φ la dix-septième partie de la demi-circonférence. Posons

$$\begin{aligned} \cos 3\varphi + \cos 5\varphi &= s, \\ \cos 7\varphi + \cos 11\varphi &= t, \\ \cos \varphi + \cos 13\varphi &= u, \\ \cos 9\varphi + \cos 15\varphi &= z, \\ s + t &= x, \\ u + z &= y. \end{aligned}$$

On trouvera ces six inconnues auxiliaires en résolvant les six équations suivantes, partagées en trois groupes,

$$\begin{array}{c|c|c} x + y = \frac{1}{2}, & s + t = x, & u + z = y, \\ xy = -1; & st = -\frac{1}{4}; & uz = -\frac{1}{4}; \end{array}$$

chaque groupe fournit une équation du second degré. On a de plus

$$\cos \varphi + \cos 13\varphi = u$$

et

$$\cos \varphi \cos 13\varphi = -\frac{1}{2} s,$$

c'est-à-dire une quatrième équation du second degré, qui fait connaitre à volonté $\cos\varphi$ ou $\cos 13\varphi$.

Avant tout il convient de préciser les signes des inconnues.

Dans chaque groupe les auxiliaires s et t, u et z, x et y, ont des signes contraires, puisque les produits st, uz, xy, sont tous trois négatifs. De même les inconnues définitives, $\cos\varphi$ et $\cos 13\varphi$, sont de signes contraires, car φ est compris entre o et $\frac{\pi}{2}$, et 13φ entre $\frac{\pi}{2}$ et π. Donc s est positif et, par conséquent, t est négatif. On voit aussi que u est positif. En effet, $\cos 13\varphi = -\cos 4\varphi$; l'angle 4φ étant $< \frac{\pi}{2}$, $\cos\varphi > \cos 4\varphi$, et la différence $\cos\varphi - \cos 4\varphi$, c'est-à-dire la quantité u, est positive. Enfin x est positif et y négatif, car on a

$$\begin{aligned} x &= \cos 3\varphi + \cos 5\varphi + \cos 7\varphi + \cos 11\varphi \\ &= \cos 3\varphi + \cos 5\varphi + \cos 7\varphi - \cos 6\varphi, \end{aligned}$$

somme nécessairement positive, puisque $\cos 6\varphi$ est moindre que $\cos 3\varphi$, et qu'on ajoute à leur différence des termes positifs, $\cos 5\varphi$ et $\cos 7\varphi$.

Pour n'avoir à considérer que des nombres positifs, nous changerons y en $-y'$, t en $-t'$, z en $-z'$, $\cos 13\varphi$ en $-\cos 4\varphi$, ce qui transforme ainsi les équations à résoudre :

$$\begin{array}{c|c|c|c} x - y' = \frac{1}{2} & s - t' = x & z' - u = y' & \cos\varphi - \cos 4\varphi = u \\ xy' = 1 & st' = \frac{1}{4} & z'u = \frac{1}{4} & \cos\varphi \cos 4\varphi = \frac{1}{2}s. \end{array}$$

Au lieu de résoudre ces équations par les méthodes connues, ce qui donnerait lieu à des radicaux superposés, il paraît préférable d'employer des angles auxiliaires qu'il est facile de déterminer. Posons

$$x = \operatorname{tang}\alpha, \qquad y' = \operatorname{tang}\beta,$$

en appelant α et β deux angles compris dans le premier quadrant.

Il viendra $xy' = \operatorname{tang}\alpha \times \operatorname{tang}\beta = 1$, ce qui montre que les angles α et β sont complémentaires. De plus on a

$$\operatorname{tang}(\alpha - \beta) = \frac{\operatorname{tang}\alpha - \operatorname{tg}\beta}{1 + \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta} = \frac{x - y'}{1 + xy'} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)}{2} = \frac{1}{4}.$$

Or, il est aisé de construire l'angle dont la tangente trigonométrique est égale au quart du rayon. La moitié de cet angle, ajoutée à la moitié de l'angle droit, donnera l'angle α; l'angle β sera égal à la moitié de l'angle droit, diminuée de la même quantité.

Les auxiliaires s et u s'expriment très simplement en fonction des angles α et β. Éliminons t' entre les équations du second groupe ; il vient

$$s - \frac{1}{4s} = x,$$

ou bien

$$s^2 - xs - \frac{1}{4} = o.$$

Si l'on prend pour inconnue, non pas s, mais $2s = s'$, l'équation précédente est ramenée à la forme

$$s'^2 - 2xs' - 1 = o,$$

ce qui donne $\dfrac{2s'}{1 - s'^2} = -\dfrac{1}{x} = -y'$.

Si donc s' est la tangente d'un certain angle, $-y'$ est la tangente du double de cet angle; mais $-y' = \operatorname{tang}(\pi - \beta)$; il en résulte

$$s' = \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\beta}{2}\right) = \cot\frac{\beta}{2}, \text{ et } s = \frac{1}{2}\cot\frac{\beta}{2}.$$

Si l'on pose de même $2t' = t''$, on aura entre t'' et x la relation

$$t''^2 + 2t''x - 1 = o,$$

ou bien
$$\frac{1}{x} = +\frac{2t''}{1-t''^2} = y' = \tang\beta',$$

d'où l'on déduit $t'' = \tang\frac{\beta}{2}$, et $t' = \frac{1}{2}\tang\frac{\beta}{2}$; de sorte que les deux quantités s et t' s'expriment en fonction de l'angle β.

La même méthode s'applique aux équations du troisième groupe, qui donnent à la fois z' et u, et l'on peut poser sur-le-champ, en observant que z' est la plus grande et u la plus petite des racines positives de l'équation du second degré à laquelle ce groupe équivaut,

$$u = \frac{1}{2}\tang\frac{\alpha}{2},$$

$$z' = \frac{1}{2}\cot\frac{\alpha}{2}.$$

Les angles α et β étant déterminés, il suffira de les diviser en deux parties égales pour obtenir les quatre auxiliaires s, t, u, r.

Restent à résoudre les deux dernières équations qui donnent $\cos\varphi$ et $\cos 4\varphi$. La résolution effective de ce groupe conduit à poser

$$\cos\varphi = \frac{1}{4}\tang\frac{\alpha}{2} + \sqrt{\frac{1}{16}\tang^2\frac{\alpha}{2} + \frac{1}{4}\cot\frac{\beta}{2}},$$

$$\cos 4\varphi = -\frac{1}{4}\tang\frac{\alpha}{2} + \sqrt{\frac{1}{16}\tang^2\frac{\alpha}{2} + \frac{1}{4}\cot\frac{\beta}{2}},$$

expressions algébriques faciles à construire géométriquement.

On peut aussi simplifier ces dernières formules, et les affranchir du radical qu'elles contiennent, en introduisant deux nouveaux angles auxiliaires, γ et δ.

Posons

$$\sin^2\gamma = \tang\frac{\beta}{2},$$

$$\cot\delta = \frac{1}{2}\sin\gamma\ \tang\frac{\alpha}{2}\ ;$$

la première équation donnera pour γ une valeur réelle, puisque β étant $< \frac{\pi}{2}$, $\frac{\beta}{2}$ est inférieur à $\frac{\pi}{4}$, et $\tang\frac{\beta}{2}$ est inférieur à l'unité;

et l'on aura pour déterminer les inconnues définitives les équations plus simples,

$$\cos\varphi = \frac{\cot\frac{\delta}{2}}{2\sin\gamma},$$

$$\cos 4\varphi = \frac{\operatorname{tang}\frac{\delta}{2}}{2\sin\gamma}.$$

En effet, la différence $\cos\varphi - \cos 4\varphi$ est égale à

$$\frac{\cot\frac{\delta}{2} - \operatorname{tang}\frac{\delta}{2}}{2\sin\gamma} = \frac{\frac{\cos\frac{\delta}{2}}{\sin\frac{\delta}{2}} - \frac{\sin\frac{\delta}{2}}{\cos\frac{\delta}{2}}}{2\sin\gamma} = \frac{\left(\frac{\cos^2\frac{\delta}{2} - \sin^2\frac{\delta}{2}}{2\sin\frac{\delta}{2}\cos\frac{\delta}{2}}\right)}{\sin\gamma}$$

$$= \frac{\cot\delta}{\sin\gamma} = \frac{1}{2}\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2} = u,$$

et le produit $\cos\varphi\cos 4\varphi$ est égal à

$$\frac{1}{4\sin^2\gamma} = \frac{1}{4\operatorname{tang}\frac{\beta}{2}} = \frac{1}{4}\cot\frac{\beta}{2} = \frac{1}{2}s.$$

On reconnaît d'ailleurs qu'on doit poser

$$\cos\varphi = \frac{\cot\frac{\delta}{2}}{2\sin\gamma} \quad \text{et } \cos 4\varphi = \frac{\operatorname{tang}\frac{\delta}{2}}{2\sin\gamma},$$

et l'on permuter ces deux valeurs, en observant que, δ étant un arc positif et moindre qu'un quadrant, $\frac{\delta}{2}$ est moindre que $\frac{\pi}{4}$, ce qui rend $\cot\frac{\delta}{2} > \operatorname{tang}\frac{\delta}{2}$, de même que $\cos\varphi$ doit être $> \cos 4\varphi$.

Les angles auxiliaires sont aisés à calculer, et l'on trouve à l'aide des tables de sinus,

$$\alpha = 52^\circ\ 1'\ 5'',^2$$
$$\beta = 37^\circ\ 58'\ 25'',^8$$
$$\gamma = 35^\circ\ 55'\ 17'',^0$$
$$\delta = 81^\circ\ 51'\ 18'',^4.$$

§ II

Ces préliminaires posés, venons à la construction géométrique (fig. 11) qui fait l'objet de notre recherche. Soit O le centre et OA le rayon, égal à l'unité, du cercle qu'il s'agit de diviser en dix-sept parties égales. Nous commencerons par construire les angles α et β. Pour cela menons au milieu I du rayon OA une perpendiculaire indéfinie II'. Prenons ensuite sur la tangente en A une longueur AB égale au quart du rayon. Joignons OB. L'angle BOA sera l'angle dont la tangente trigonométrique est $\frac{1}{4}$. Partageons l'arc CA, qui correspond à cet angle, en deux parties égales au point E. Menons par le point O la droite OD, qui fait avec OA un demi-angle droit, et, de part et d'autre du point D, portons sur la circonférence des arcs DF, DG, égaux à l'arc AE, moitié de AC. Joignons OF, OG; ces droites coupent en H et K la droite II, et l'on a

$$IHO = \alpha,$$

$$IKO = \beta.$$

En effet, la somme $\alpha + \beta$ est égale à l'angle droit, et la différence $\alpha - \beta$ est égale à l'angle KOH, ou à l'angle égal COA, dont la tangente est le quart du rayon.

Cherchons ensuite les auxiliaires u et s. Pour cela décrivons du point H comme centre, avec HI pour rayon, un arc de cercle IL, qui coupe OH en un certain point L. Je dis que $OL = u$. On a, en effet,

$$OL = OH - HI.$$

Or

$$OH = \frac{OI}{\sin\alpha} = \frac{1}{2\sin\alpha},$$

$$HI = \frac{OI}{\operatorname{tang}\alpha} = \frac{1}{2\operatorname{tang}\alpha},$$

en prenant le rayon OA pour unité. Donc

$$OL = \frac{1}{2\sin\alpha} - \frac{1}{2\operatorname{tg}\alpha} = \frac{1}{2}\,\frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{1}{2}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = u.$$

Pour avoir s décrivons du point K comme centre, avec KI pour rayon, un arc de cercle qui coupera en M le prolongement du rayon OK; nous aurons $OM = s$. Car

$$OM = OK + KI = \frac{1}{2\sin\beta} + \frac{1}{2\operatorname{tang}\beta} = \frac{1}{2}\,\frac{1+\cos\beta}{\sin\beta} = \frac{1}{2}\cot\frac{\beta}{2} = s.$$

Si nous prolongions les arcs de cercle IL, IM, jusqu'à leurs secondes rencontres avec les droites OH, OK, nous obtiendrions les valeurs des quantités t' et z', par les segments déterminés sur ces droites à partir du point O'. Mais la connaissance de s et de u suffit pour achever la solution.

Du point O comme centre, avec un rayon égal à OM, décrivons l'arc de cercle MN jusqu'à la rencontre en N avec le rayon OA prolongé. Décrivons une demi-circonférence OPN sur ON comme diamètre. Elle coupe au point P la perpendiculaire II', et le triangle OPN, rectangle en P, donne l'égalité

$$\overline{OP}^2 = OI \times ON.$$

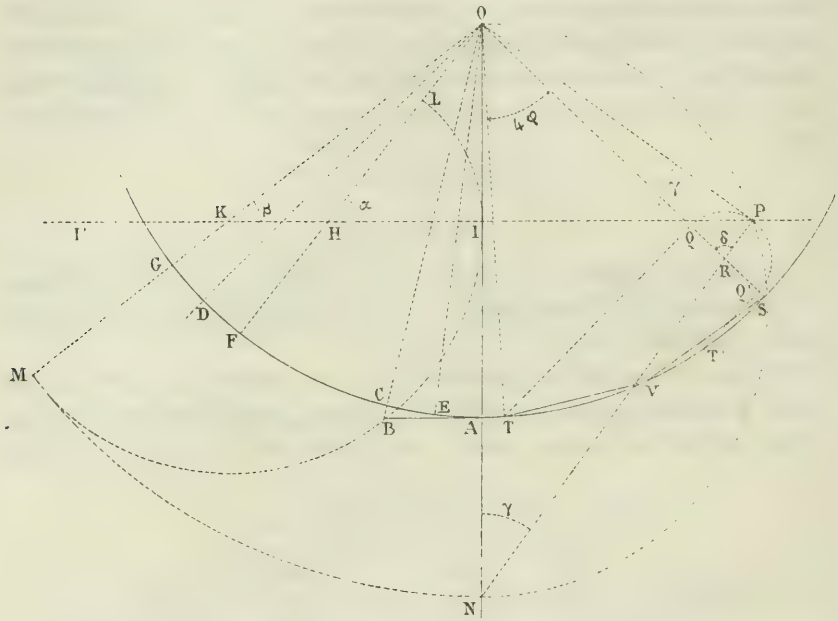


Fig. 11.

Donc $$OP = \sqrt{OI \times ON} = \sqrt{\frac{1}{2}\, s}.$$

Remarquons en passant que l'angle IPO, égal à l'angle ONP, est égal à l'angle γ; car on a dans le triangle OIP, rectangle en I,

$$OI = OP \sin OPI,$$

ou bien $$\frac{1}{2} = \sqrt{\frac{1}{2}\, s}\, \sin OPI;$$

d'où l'on déduit :

$$\sin OPI = \frac{1}{2\sqrt{\frac{1}{2}s}} = \frac{1}{\sqrt{2s}} = \frac{1}{\sqrt{\cot\frac{\beta}{2}}} = \sqrt{\tang\frac{\beta}{2}} = \sin\gamma.$$

Sur la droite PN prenons, à partir du point P, une longueur PR égale à la moitié de OL, ou à $\frac{u}{2}$, et décrivons un cercle du point R comme centre avec RP pour rayon. Ce cercle coupe en deux points, Q et Q′, la droite OR menée de son centre au centre O du cercle donné, et l'on a les égalités

$$OQ \times OQ' = \overline{OP}^2 = \frac{1}{2}s,$$

$$OQ' - OQ = QQ' = 2\,RP = u.$$

Donc $$OQ' = \cos\varphi \text{ et } OQ = \cos 4\varphi.$$

Si, sur OR prolongée jusqu'en S à la rencontre de la circonférence donnée, on élève les perpendiculaires QT, Q′T′, jusqu'à la rencontre de cette même circonférence, les arcs ST, ST′ seront égaux respectivement à 4φ et à φ. Le second de ces arcs est déterminé avec peu de précision par la rencontre de deux lignes qui se coupent sous un trop petit angle. Mais le point T peut s'obtenir avec toute l'exactitude désirable. L'angle φ étant la dix-septième partie de la demi-circonférence, on aura le côté du polygone régulier inscrit de 17 côtés en prenant le milieu V de l'arc ST, et en menant les cordes SV, VT.

L'angle auxiliaire δ est enfin donné sur la figure par l'angle ORP. En effet, on a dans le triangle ORP, rectangle en P,

$$\cot ORP = \frac{RP}{PO}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}u}{\sqrt{\frac{1}{2}s}} = \frac{\frac{1}{4}\tang\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\frac{1}{4}\cot\frac{\beta}{2}}} = \frac{1}{2}\tang\frac{\alpha}{2}\sqrt{\tang\frac{\beta}{2}}$$

$$= \frac{1}{2}\tang\frac{\alpha}{2}\sin\gamma = \cot\delta.$$

M. F. RITTER

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Montpellier

SUR LA VALEUR DU RAPPORT DE LA CIRCONFÉRENCE AU DIAMÈTRE DONNÉ PAR VIÈTE *.

— Séance du 30 août 1879. —

M. Ch. BERDELLÉ

Ancien Garde général des Forêts à Rion

SUR L'ÉLÉVATION AUX PUISSANCES ET LE CALCUL D'INTÉRÊTS COMPOSÉS.

— Séance du 30 août 1879. —

THÉORÈME I

Pour savoir combien de fois un facteur premier a entre dans la composition d'une factorielle $n!$ je calcule les quotients entiers par a de n et de chaque résultat trouvé. La somme de ces quotients entiers sera l'exposant avec lequel a entrera dans $n!$

La démonstration de ce théorème est trop facile pour la donner ici.

Faisons-en l'application numérique en décomposant $20!$ en ses facteurs premiers.

Diviseurs	2	3	5	7	11
	20 | 10	20 | 6	20 | 4	20 | 2	20 | 1
	10 | 5	6 | 2			
	5 | 2	8			
	2 | 1				
	18				

$$20! = 2^{18} \times 3^{8} \times 5^{4} \times 7^{2} \times 11 \times 13 \times 17 \times 19.$$

Corollaire. — Si au lieu du produit des n premiers nombres il s'agissait du produit de n nombres consécutifs quelconques, la manière d'agir ci-dessus ne nous donnerait plus l'exposant exact du facteur a dans le produit donné, mais bien l'exposant minimum que ce facteur peut y avoir.

D'où l'on conclut naturellement :

* Voir page [illegible]

THÉORÈME II

Tout produit de facteurs successifs est divisible par la factorielle du même nombre de facteurs.

Nous désignerons un produit de facteurs successifs.

$(a+1)(a+2)(a+3)\ldots(a+n)$ par le symbole $(a+1):\times:(a+n)$

La proposition ci-dessus deviendra $\dfrac{(a+1:\times:(a+n)}{n!} =$ entier.

Définitions.

Supposons des cases disposées en lignes horizontales croissant d'après la progression des nombres naturels, de telle sorte que les cases de

Sommet				1				
1ère ligne de coefficients			1	$\frac{2}{1}$	1			
2ème		1	$\frac{3}{1}$	2	$\frac{1}{2}$	1		
3ème	1	$\frac{4}{1}$	3	$\frac{3}{2}$	3	$\frac{1}{3}$	1	
4e	1	$\frac{5}{1}$	4	$\frac{3}{2}$	6	$\frac{1}{3}$	4	$\frac{1}{4}$	1

Fig. 12. Tableau 1

chaque horizontale soient au-dessus des intervalles de la ligne suivante. On a ainsi un triangle isocèle de cases (Tableau 1). Dans celles qui forment les jambes du triangle isocèle inscrivons l'unité ; puis remplissons les cases de chaque rangée horizontale en y inscrivant la somme des nombres inscrits dans les deux cases voisines de la rangée immédiatement supérieure. Le tableau ainsi formé et qu'on peut prolonger à l'infini, prendra le nom de *triangle de Pascal.*

Chacune de ces lignes horizontales à laquelle on donne pour numéro d'ordre le nombre qui en occupe la seconde case, sera nommée ligne de coefficients binomiaux. Le tableau ci-dessus est continué jusqu'à la quatrième de ces lignes.

THÉORÈME III.

De deux nombres consécutifs dans une même horizontale du triangle de Pascal, celui de droite est à celui de gauche, comme le rang du premier à partir de la droite est au rang du second à partir de la gauche

Cela peut se vérifier directement pour les quatre premières lignes de coeffi-

cients binomiaux (voir le tableau 1 en ayant égard aux petits chiffres).

Maintenant prouvons que si une horizontale quelconque du triangle de Pascal jouit de cette propriété, l'horizontale suivante en jouira.

Appelons G, M, D trois cases successives de la première ligne.

Appelons g le rang de G à partir de la gauche (voir le tableau 2).

— d — D — — droite — —

Tableau II.

$$\overbrace{1 \quad n \ldots\ldots \mathrm{G}}^{g} \qquad \mathrm{M} \qquad \overbrace{\mathrm{D} \ldots\ldots n \quad 1}^{d}$$

$$\underbrace{1 \quad 1+n \ldots\ldots\ldots\ldots \mathrm{G}+\mathrm{M}}_{g+1} \qquad \underbrace{\mathrm{D}+\mathrm{M} \ldots\ldots\ldots\ldots 1+n \quad 1}_{d+1}$$

$g+1$ sera le rang à partir de la gauche de M dans la première ligne, de G + M dans la seconde. $d+1$ sera le rang à partir de la droite de M dans la première ligne, de D + M dans la seconde.

Nous avons, par hypothèse

$$\frac{\mathrm{G}}{\mathrm{M}} = \frac{g}{d+1} \qquad \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{M}} = \frac{d}{g+1}$$

D'où par addition

$$\frac{\mathrm{G}+\mathrm{M}}{\mathrm{M}} = \frac{g+d+1}{d+1} \qquad \frac{\mathrm{D}+\mathrm{M}}{\mathrm{M}} = \frac{g+d+1}{g+1}$$

D'où il est facile de tirer

$$\frac{\mathrm{G}+\mathrm{M}}{\mathrm{D}+\mathrm{M}} = \frac{g+1}{d+1}$$

Ce qu'il fallait démontrer.

Corollaire. — Pour former la n^{me} ligne de coefficients binomiaux on pose d'abord la suite suivante de fractions :

$$\frac{n}{1} \quad \frac{n-1}{2} \quad \frac{n-2}{3} \ldots\ldots\ldots \frac{2}{n-1} \quad \frac{1}{n}$$

Posons 1, premier terme de la ligne de coefficients. Le produit de ce premier terme par la première fraction donnera le second terme. Le produit du second terme par la seconde fraction donnera le troisième terme, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on revienne au résultat 1.

$$\frac{n}{1} \qquad \frac{n-1}{2} \qquad \frac{n-2}{3} \qquad \frac{n-3}{4} \ldots \text{ etc.}$$

$$1 \quad \frac{n}{1!} \qquad \frac{n(n-1)}{2!} \qquad \frac{n:\times:(n-2)}{3!} \qquad \frac{n:\times:(n-3)}{4!} \ldots \text{ etc.}$$

Définitions.

On appelle n^{me} ligne de produits homogènes de puissances de deux nombres a et b une série de produits tels que les deux nombres a et b y entrent comme seuls facteurs avec des exposants dont la somme soit n.

Pour former cette ligne on met d'abord un des nombres a avec l'exposant n, puis on multiplie successivement par $\frac{b}{a}$ ce premier terme et chaque nouveau terme trouvé.

$$a^n \overset{\frac{b}{a}}{\quad} a^{n-1} b^1 \overset{\frac{b}{a}}{\quad} a^{n-2} b^2 \overset{\frac{b}{a}}{\ldots\ldots} a\, b^{n-1} \overset{\frac{b}{a}}{\quad} b^n$$

THÉORÈME IV

Les termes de la n^{me} puissance de $a + b$ se forment en multipliant les termes de la n^{me} ligne de coefficients binomiaux respectivement par les termes de même rang de la n^{me} ligne de produits homogènes des puissances de a et b.

On peut s'assurer directement de la vérité de la proposition pour les 3 ou 4 premières puissances de $a + b$. Puis on généralise la proposition en montrant par le calcul que

$$[1a^n + \frac{n}{1!} a^{n-1} b + \frac{n:\times:(n-1)}{2!} a^{n-2} b^2 + \frac{n:\times:(n-2)}{3!} a^{n-3} b^3 \ldots](a+b)$$

$$= 1\, a^{n+1} + \frac{n+1}{1!} a^n b + \frac{(n+1):\times:n}{2!} a^{n-1} b^2 + \frac{(n+1):\times:(n-1)}{3!} a^{n-2} b^3 \ldots\ldots$$

Corollaire. — La puissance $(a + b)^n$ s'obtiendra donc en posant d'abord a^n et en multipliant successivement ce terme et chaque nouveau terme trouvé par

$$\frac{n}{1}\frac{b}{a} \qquad \frac{(n-1)}{2}\frac{b}{a} \qquad \frac{(n-3)}{3}\frac{b}{a} \ldots\ldots \text{ etc.}$$

Règle.

Pour élever à la n^{me} puissance un nombre composé de 2 chiffres significatifs, j'écris sur du papier divisé en colonnes verticales les n premiers produits du chiffre le plus à gauche, en commençant par la gauche, mettant un produit par colonne, mais laissant entre chaque produit autant de colonnes vides qu'il y a de zéros entre les deux chiffres significatifs. Au-dessus de ces produits j'écris, en commençant par la droite, les n premiers produits du chiffre le plus à droite, et je les sépare des premiers par des traits horizontaux de manière à former des fractions.

Devant la fraction la plus à gauche je laisse autant de colonnes vides que j'en ai laissées entre chaque fraction, et dans celles qui précèdent je mets, un chiffre par colonne, et un peu en dessous, la n^{me} puissance du chiffre le plus à gauche du nombre.

En dessous je mets le produit de cette puissance par la première fraction, un chiffre par colonne, mais le dernier chiffre en dessous de la fraction. En dessous le produit de ce nouveau résultat par la deuxième fraction, en posant encore les unités sous celle-ci, et ainsi de suite.

La somme, colonne par colonne, de ces résultats est la puissance demandée.

Exemples. Soit à trouver :

1° La 4e puissance de 2.003.

$$\frac{12}{2}\quad\frac{9}{4}\quad\frac{6}{6}\quad\frac{3}{8}$$

16.096.216.216.081

2° La 4me puissance de 32.

$$\frac{8}{3}\ \frac{6}{6}\ \frac{4}{9}\ \frac{2}{12}$$

```
 81
 216
  216
    96
     16
-------
1048576
```

Cette manière de calculer est surtout avantageuse pour calculer ce que devient un capital placé pendant un certain nombre d'années à intérêts composés. On peut arrêter l'opération aussitôt qu'on a atteint l'approximation désirée. *Exemples :*

1° Que deviennent au bout de 11 ans cent francs placés à 5 0/0 ?

Soit à calculer $(105)^{11}$

$$\frac{55}{1}\quad\frac{50}{2}\quad\frac{45}{3}\quad\frac{40}{4}\quad\frac{35}{5}\quad\frac{30}{6}$$

$$\frac{55}{55}\quad\frac{25}{25}\quad\frac{15}{15}\quad\frac{10}{10}\quad\frac{7}{7}\quad\frac{5}{5}$$

```
155
 1375
  20625
   206250
    1443750
      7218750
---------
171,03
```

2° Que deviennent mille francs au bout d'un quart de siècle à 1/2 0/0 ?

Soit à calculer 1005^{25}

$$\frac{125}{1}\quad\frac{120}{2}\quad\frac{115}{3}\quad\frac{110}{4}$$

$$\frac{1125}{60}\quad\frac{55\ 2}{}$$

```
1125
  7500
   287500
     790625
-----------
1132,795
```

3° Que deviennent cent francs au bout de 5 ans à 3 1/2 0/0 ?

Soit 103,5^5

$$\begin{array}{ccccc}
\frac{175}{1} & \frac{140}{2} & \frac{105}{3} & \frac{70}{4} & \frac{35}{5} \\
175 & 70 & 35 & & \\
1175 & & & & \\
12250 & & & & \\
428750 & & & & \\
\hline
118{,}77 & & & &
\end{array}$$

Généralisation du triangle de Pascal.

Supposons une pile de boulets affectant la forme d'un tétraèdre régulier. Inscrivons 1 sur les boulets des trois arêtes latérales et inscrivons sur chaque boulet des assises successives la somme des nombres déjà inscrits sur ceux de l'assise immédiatement supérieure qu'il contribue à supporter. On a ainsi une pyramide analogue par sa formation et ses propriétés au triangle de Pascal qui est reproduit sur ses faces latérales.

Nous l'appellerons *Tétraèdre de Pascal.*

Analogues aux lignes de coefficients binomiaux, les assises de ce tétraèdre seront eux des triangles de coefficients trinomiaux.

On peut former de même des triangles de produits homogènes des puissances des 3 nombres a, b et c. (Voir fig. 13 le troisième de ces triangles.)

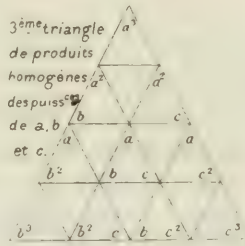


Fig. 13.

Les termes du n^{me} triangle de coefficients, multipliés par les termes respectifs du n^{me} triangle de produits homogènes de a, b et c donneront ceux de $(a + b + c)^n$.

De même pour former les puissances de tétranomes on peut imaginer des tétraèdres de coefficients tétranomiaux ; et des tétraèdres de produits homogènes des puissances des quatre nombres a, b, c et d.

En multipliant les termes du n^{me} tétraèdre de coefficients par les termes respectifs du n^{me} tétraèdre de produits homogènes, on aura les termes de la n^{me} puissance de $a + b + c + d$.

Les nombres du triangle de coefficients trinomiaux, et ceux du tétraèdre de coefficients tétranomiaux se calculent comme ceux de la ligne de coefficients binomiaux au moyen de la relation

$$\frac{\text{nombre adjacent de gauche.}}{\text{nombre adjacent de droite.}} = \frac{\text{rang du nombre de gauche à partir de la gauche.}}{\text{rang du nombre de droite a partir de la droite.}}$$

Les démonstrations (*que nous possédons*) ne sont pas aisées à donner, parce que les éléments en sont dispersés dans l'espace, au lieu de se

trouver sur un plan. (Avis aux savants d'en trouver qui soient exemptes de cette difficulté géométrique.)

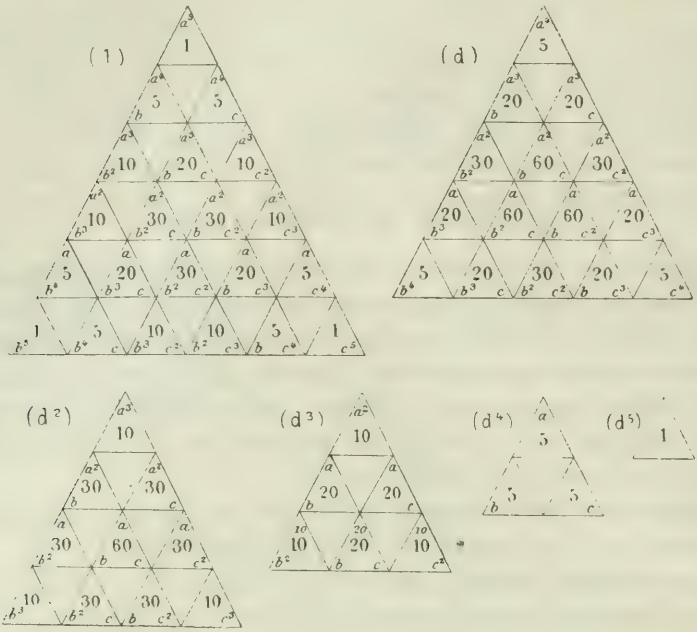


Fig. 14.

Un exemple numérique fera parfaitement saisir la manière d'élever un quatrinome à une puissance quelconque.

Soit à calculer $(a + b + c + d)^5$. (Voir fig. 14.)

Note. — Pour calculer $(a + b + c)^5$ il suffira de calculer le triangle qui a l'unité en facteur commun. La base de ce triangle donnera $(b + c)^5$

M. Ch. BERDELLÉ

Ancien Garde général des forêts à Rioz (Haute-Saône).

PROPRIÉTÉS DES PUISSANCES DE 5 ET DE LEURS MULTIPLES.

— *Séance du 30 août 1879.* —

DÉFINITION

La *terminaison d'un nombre par rapport à* 5^n, c'est l'ensemble des n derniers chiffres à la droite du nombre (en ajoutant au besoin à sa

gauche autant de zéros qu'il faut pour lui donner n chiffres). Ainsi les terminaisons de 625 par rapport à 5^1, 5^2, 5^3, 5^4 sont respectivement 5, 25, 625, 0625.

Lemme I. — $5^{2^{n-2}} = \text{impair} \times 2^n + 1$.

En effet :

$$5^{2^1} = 3 \times 2^3 + 1.$$

Et l'on sait par le calcul algébrique que $(5^{2^n})^2 = 5^{2^{n+1}} + 1$.

et que $\qquad (\textit{impair} \times 2^n + 1)^2 = \textit{impair} \times 2^{n+1} + 1.$

Lemme II. — 1° 5^{n+a} et 5^{n+a} (*impair* $\times 2^n + 1$) ont même terminaison par rapport à 5^n, et 2° quand a n'est pas nul les $(n-1)^{\text{mes}}$ chiffres ont pour différence 5.

Démonstrations fondées 1° sur ce que $5^n \times 2^n = 1\overbrace{00..0}^{n}$ et 2° sur ce que la (terminaison 5^{n+1}) de $(5^{n+a} \times 2^n)$ est $5\overbrace{00..0}^{n}$.

Corollaire. Donc $5^{n+a+2^{n-2}}$ et 5^{n+a} ont les n derniers chiffres communs et, tant que a n'est pas nul, les $(n+1)^{\text{mes}}$ chiffres ont pour différence 5.

Lemme III. — Si deux nombres ont les terminaisons par rapport à 5^n complémentaires l'un de l'autre, il faut et suffit que l'un soit multiple de 5^n pour que l'autre le soit.

Et cela par la raison que la somme des terminaisons est $1\overbrace{00..0}^{n}$ = mult. 5^n.

Lemme IV. — Les multiples de 5^n ont et n'ont que 2^n terminaisons par rapport à 5^n.

En effet (termin. 5^n) de (mult. $2^n + a$) = (termin. 5^n) de a.

Corollaire. 2^{n-1} de ces terminaisons sont impaires et terminées par 5 ; les 2^{n-1} autres sont paires et terminées par 0.

THÉORÈME I

En calculant la suite des puissances de 5 ou plutôt leurs terminaisons par rapport à elles-mêmes au moyen de la division par 2 et en disposant le calcul comme ci-contre, dès que dans la n^{me} colonne verticale on a 2^{n-3} chiffres (y compris les zéros), on n'a plus besoin de les calculer, parce que les 2^{n-3} chiffres suivants de la colonne se déduisent respectivement des premiers en y ajoutant ou en en retranchant 5. Après cela les mêmes chiffres se reproduisent périodiquement.

Ce théorème paraît évident si on se reporte au corollaire du lemme II.

TABLEAU I (*).

												5
											2	5
										1	2	5
									0	6	2	5
								0	3	1	2	5
							0	1	5	6	2	5
						0	0	7	8	1	2	5
					0	0	3	9	0	6	2	5
				0	0	1	9	5	3	1	2	5
			0	0	0	9	7	6	5	6	2	5
		0	0	0	4	8	8	2	8	1	2	5
	0	0	0	2	4	4	1	4	0	6	2	5
0	0	0	1	2	2	0	7	0	3	1	2	5

THÉORÈME II

La suite des puissances de 5 pourrait encore se calculer au moyen des 3 premières puissances par une série d'additions comme celles-ci

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 5 & 025 & 125 & 625 & 3125 \\ & & 1 & 5 & 25 & 125 \\ \hline & & 125 & 625 & 3125 & 15625 \end{array} \quad \text{etc.}$$

En effet, de ce que $5^4 = 5^3 + 5^1 \times 100$,
on conclut en multipliant par 5^{n-3} $5^{n+1} = 5^n + 5^{n-2} \times 100$.

THÉORÈME III

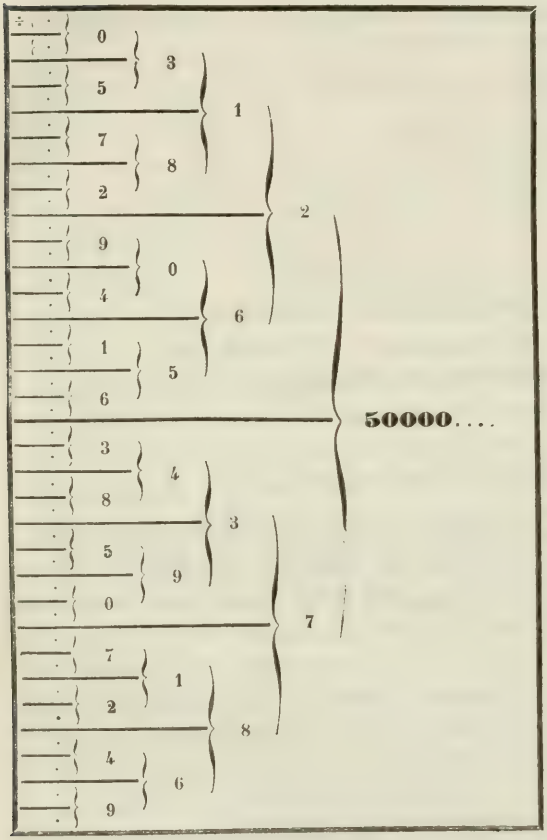
Avec un tableau comme celui ci-dessus des puissances de 5, on peut construire celui des terminaisons de tous leurs multiples, sous forme *dichotomique*.

Derrière la grande accolade on place le nombre 5 qu'on fait précéder d'une barre horizontale placée devant l'accolade. Devant la branche supérieure de la grande accolade on met le nombre 2 qui précède le 5 dans toutes les puissances de 5. Devant les deux branches de l'accolade qui précède 2, on met les deux chiffres 1 et 6 qui se trouvent devant

(*) Si on faisait un tableau semblable à celui ci-dessus, où la dernière colonne resterait identique et où on remplacerait chacun des autres chiffres par sa différence avec 9, tout nombre de n chiffres à partir de la droite pris dans ce tableau serait aussi un multiple de 5^n.

les 2 de la seconde colonne, et ainsi de suite suivant les indications du tableau 1.

TABLEAU II



En dessous de la barre horizontale je place symétriquement aux chiffres de la partie supérieure d'autres chifffres que j'obtiens en retranchant les premiers du nombre 9 (lemme III). Les deux chiffres compris sous la même accolade auront pour différence 5. La manière dont un tableau de n colonnes se construit nous montre que toutes les suites de n chiffres qu'on y prend sont multiples de 5^n; au moyen du lemme IV on montrera qu'il contient tous ces multiples impairs.

Pour tenir compte des multiples pairs on met $(n-1)$ zéros après le 5 de la grande accolade.

Alors, toute suite de a chiffres pris dans le tableau forme un multiple de 5^a, à condition que le dernier chiffre soit pris derrière la grande accolade.

De plus, le tableau contient toutes les terminaisons par rapport à 5^n de tous les multiples de 5^n.

M. Pierre CAMINATI

Professeur de mathématiques à l'Institut technique de Sondrio.

THÉORIE ET PRATIQUE DES LOGARITHMES D'ADDITION ET DE SOUSTRACTION (*).

— *Séance du 30 août 1879* —

M. A. DELMOTTE

Capitaine d'artillerie, au camp de Beverloo (Belgique).

ESSAI DE BALISTIQUE EXPÉRIMENTALE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. A. Delmotte, capitaine d'artillerie, présente un travail résumant la théorie de la trajectoire, et comprenant des formules applicables au tir du fusil rayé avec l'application à la construction d'une table de tir relative au fusil Albini.

M. le Dr P. H. SCHOUTE

de la Haye.

SUR LES COURBES TRACÉES SUR UNE SURFACE DU SECOND ORDRE.

— *Séance du 30 août 1879.* —

Quand on étudie une courbe gauche R_ν, dont on ne sait rien que l'ordre ν, il est d'importance de connaître l'ordre de la surface simple du plus petit ordre, qui passe par cette courbe. Comme on sait, on

(*) Le travail a paru *in extenso* dans la *Rivista de matematica elementare* et a été publié à part à Novare en 1879.

s'y prend de la manière suivante : Une surface F_n étant déterminée par $\frac{(n+1)(n+2)(n+3)}{6} - 1$ ou $\frac{n(n^2+6n+11)}{6}$ points, aussitôt qu'on a la relation

$$\frac{n(n^2+6n+11)}{6} \geqq \nu n + 1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 1),$$

on peut prendre parmi ces points $\nu n + 1$ points de R_ν ; dans ce cas, la surface déterminée F_n contiendra la courbe R_ν tout entière si elle est simple et en partie si elle est composée, puisque le nombre des points d'intersection d'une surface F_n et une courbe R_ν ne peut pas surpasser le produit νn de leurs ordres. La plus petite valeur de n, qui satisfait à l'équation, fait donc connaître l'ordre cherché ; je la désignerai par $\bar{n}$.

Mais, en général, cela ne démontre pas que la courbe R_ν se trouve sur une surface *simple* $F_{\bar{n}}$. Il passe par chaque courbe R_{16} une surface F_7, parce que le nombre 119 des points qui déterminent F_7 surpasse la valeur 113 de $\nu n + 1$. Cependant la courbe R_{16}, qui est l'intersection complète d'une surface F_2 avec une surface F_8, n'est pas située sur une surface simple F_7 ; car l'ordre de la courbe qui se trouve à la fois sur les deux surfaces F_2 et F_7 ne peut pas surpasser 14.

On sait que le cas considéré, qui ne se présente qu'autant que R_ν soit tracée sur une surface dont l'ordre est moindre que $\bar{n}$, ne fait pas exception au résultat connu, que je viens de déduire. La combinaison de la surface F_2, qui contient la courbe R_{16}, à une surface F_5 tout à fait arbitraire constitue une surface composée F_7 passant par R_{16}. Seulement l'exemple nous fait voir, qu'en général il n'est pas possible de désigner d'avance l'ordre de la surface *simple* en question, quand on ne connaît que l'ordre ν de la courbe considérée.

2. L'impossibilité de déterminer l'ordre de la surface simple en question, qui passe par une courbe R_ν située sur une surface F_n (n étant plus petite que $\bar{n}$), disparaît quand $n = 2$. Avant de le démontrer, j'aurai à rappeler quelques résultats intéressants, que M. Cayley et M. Chasles nous ont fait connaître il y a plusieurs années.

Quand les équations

$$P = o, \qquad Q = o, \qquad R = o, \qquad S = o$$

représentent quatre plans arbitraires, la surface

$$P\,S - Q\,R = o$$

est une surface réglée du second ordre (en général une hyperboloïde à

une nappe), dont les génératrices des deux systèmes différents sont données par les équations

$$\left.\begin{array}{l} P + x\,Q = o \\ R + x\,S = o \end{array}\right\} \ldots \text{(I) et} \quad \left.\begin{array}{l} P + y\,R = o \\ Q + y\,S = o \end{array}\right\} \ldots \text{(II).}$$

Pour raccourcir le langage, j'appellerai les droites du système (I) des *génératrices* et celles du système (II) des *directrices*. Quand on établit maintenant entre les variables x et y la relation

$$f\,(x^q\,,\,y^p) = o \ldots\ldots\ldots\ldots\ 2),$$

où q désigne la plus grande puissance de x et p celle d'y, on fait naître sur F_2 une courbe gauche, qui est coupée p fois par chaque génératrice et q fois par chaque directrice. Car à chaque système de valeurs de x et y correspond un point bien déterminé de F_2, le point d'intersection de la génératrice x avec la directrice y, etc. L'ordre de cette courbe, que M. Chasles désigne par le symbole $M(x^p\,y^q)$, est $p + q$. Car un plan tangent quelconque de F_2 contient une génératrice et une directrice de cette surface et coupe donc la courbe en $p + q$ points. Elle correspond point pour point à la courbe plane dont 2) est l'équation, quand on suppose que x et y sont les coordonnées d'un point du plan ; elle a donc le même genre que cette courbe plane, quoique son ordre puisse surpasser celui de la courbe plane, etc.

La courbe $M(x^p\,y^q)$ est déterminée par $p\,q + p + q$ points arbitraires de F_2. On démontre cette vérité, que M. Chasles a déjà communiquée, en remarquant que le nombre des coefficients de l'équation (2) est égal à $(p + 1)\,(q + 1)$. Deux courbes $M(x^p\,y^q)$ doivent donc coïncider, quand elles ont commun $p\,q + p + q$ points arbitrairement choisis sur F_2 et qu'elles ont pour génératrices les droites du même système, restriction qui n'est pas nécessaire pour $p = q$.

3. Supposons maintenant, qu'on détermine une courbe $M\,(x^p\,y^p)$ par $p^2 + 2\,p$ points pris au hasard sur la surface F_2, qui doit la contenir, et que, pour $p \geqq q$. un nombre $p^2 + p + q$ se trouve sur une autre courbe $M(x^p\,y^q)$ sur F_2. Dans ce cas, il est clair que $M(x^p\,y^p)$ n'est autre chose que la combinaison de la courbe $M(x^p\,y^q)$ aux $p - q$ génératrices de F_2, qui passent par les $p - q$ points restants de $M(x^p\,y^p)$ non situés sur $M(x^p\,y^q)$. Car ces droites déterminent $p-q$ points sur chaque directrice de F_2 ; elles forment donc avec $M(x^p\,y^q)$ une courbe $M(x^p\,y^p)$ passant par les $p^2 + 2\,p$ points. Et parce qu'il ne passe par ces points qu'une courbe de cette espèce, on a le théorème :

« Quand $p^2 + p + q$ des $p^2 + 2\,p$ points qui déterminent sur F_2 une courbe $M(x^p\,y^p)$ se trouvent sur une courbe $M(x^p\,y^q)$ de cette

surface, la courbe $M(x^p y^p)$ est composée de $M(x^p y^q)$ et de $p-q$ génératrices de F_2. »

4. A l'aide de l'énoncé précédent, on démontre sans peine que $(p \geqq q)$ chaque courbe $M(x^p y^q)$ est située sur une surface F_p. Il va sans dire, que l'intersection totale d'une surface F_p avec F_2 est une courbe $M(x^p y^p)$. Maintenant, si l'on fait passer une surface F_p par p^2+p+q points pris au hasard sur $M(x^p y^q)$, cette surface doit contenir la courbe. Car p^2+p+q étant moindre que la différence des deux nombres $\frac{(p+1)(p+2)(p+3)}{6}-1$ et $\frac{(p-1)p(p+1)}{6}-1$, qui dénotent le nombre des points nécessaires à déterminer une surface F_p et F_{p-2}, cette différence étant $(p+1)^2$, on a l'équation

$$\frac{(p+1)(p+2)(p+3)}{6}-1 > p^2+p+q+\frac{(p-1)p(p+1)}{6}-1.$$

Et cette équation démontre, que par les p^2+p+q points pris au hasard sur $M(x^p y^q)$ et par plus de points que $\frac{(p-1)p(p+1)}{6}-1$ en dehors de F_2, on peut faire passer une surface F_p, qui ne saurait se décomposer en F_2 et une surface F_{p-2}, tout simplement parce qu'il ne passe pas de surface d'ordre $p-2$ par plus de points arbitraires que $\frac{(p-1)p(p+1)}{6}-1$.

De plus, la surface F_p, sur laquelle je viens de démontrer que la courbe $M(x^p y^q)$ se trouve, est à l'exception de F_2 la surface du plus petit ordre passant par la courbe, car chaque surface d'ordre inférieur ne saurait couper les génératrices de F_2 en p points. On a donc encore :

« Chaque courbe $M(x^p y^q)$ se trouve, quand $p \geqq q$, sur une surface simple F_p ; elle forme avec $p-q$ génératrices de F_2 l'intersection complète des deux surfaces » (*).

5. Le nombre h des points doubles apparents de la courbe $M(x^p y^q)$ a été obtenu directement par M. Cayley en évaluant le nombre des cordes, qui passent par un point quelconque P de F_2 non situé sur la courbe. Toute corde de la courbe qui passe par P est située tout entière sur F_2, parce qu'elle a trois points communs avec cette surface. Les deux droites de F_2 qui passent par P forment donc le système des cordes de $M(x^p y^q)$ passant par P. De ces deux, la génératrice qui coupe

(*) Retourné en Hollande, j'ai aperçu que le théorème n'est pas nouveau. Il a été démontré par M. Halphen (*Comptes rendus*, tome LXX, page 380), mais tout à fait d'une autre manière.

la courbe en p points représente $\frac{p(p-1)}{2}$ cordes, tandis que la directrice qui coupe la courbe en q points en représente $\frac{q(q-1)}{2}$. Ce qui donne

$$h = \frac{p^2+q^2-(p+q)}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3).$$

Le théorème trouvé dans l'article 4) conduit au même résultat. Puisque le nombre des points doubles apparents de la courbe d'intersection des deux surfaces F_{n_1} et F_{n_2} est représentée par la forme :

$$\frac{1}{2} n_1 n_2 (n_1-1)(n_2-1),$$

le nombre h de la courbe $M(x^p y^p)$ est $p(p-1)$. Quand cette courbe se compose d'une courbe $M(x^p y^q)$ et de $p-q$ génératrices de F_2, qui sans se couper mutuellement coupent $M(x^p y^q)$ en p points, la valeur de h est déterminée par l'équation

$$p(p-1) = h + \frac{(p-q)(p-q-1)}{2} + q(p-q),$$

d'où l'on déduit encore $h = \frac{p^2+q^2-(p+q)}{2}$

6. Au lieu des équations

$$\nu = p+q \quad \text{et} \quad h = \frac{p^2+q^2-(p+q)}{2},$$

on peut employer les deux suivantes :

$$p+q=\nu \quad \text{et} \quad pq = \frac{\nu(\nu-1)}{2} - h;$$

quand ν et h sont donnés, p et q sont donc les racines de l'équation

$$x^2 - \nu x + \frac{\nu(\nu-1)}{2} - h = 0 \quad \ldots\ldots \quad 4),$$

p étant la plus grande et q la plus petite. Les conditions, qui expriment que p et q sont réels et que q est au moins égal à l'unité, déterminent les limites de h, quand seulement ν est donné ; on trouve

$$\frac{\nu(\nu-2)}{4} \leqq h \leqq \frac{(\nu-1)(\nu-2)}{2} \quad \ldots\ldots \quad 5)\ (^1).$$

(1) Les courbes $M(x^p y^1)$ ont $\frac{(\nu-1)(\nu-2)}{2}$ points doubles apparents ; leur genre est donc

Ces limites se déduisent aussi de l'équation

$$h = \frac{\nu\,(\nu-1)}{2} - pq,$$

en remarquant que h atteint son maximum quand p et q different autant que possible et au contraire son minimum quand p et q diffèrent aussi peu que possible.

Cependant on ne doit pas croire que chaque valeur entière comprise entre les limites indiquées par l'équation 5) peut représenter le nombre des points doubles apparents d'une courbe $M(x^p\, y^q)$, dont l'ordre ν est donné. A cette fin on doit choisir h de manière que l'expression $4\,h - \nu\,(\nu-2)$, qui est égale à $(p-q)^2$, soit un nombre carré, qui soit pair ou impair en même temps que ν.

7. La surface du second ordre, qui figure dans le théorème de l'article 4) a été supposée une surface réglée. Cependant il n'est pas difficile d'amplifier ce théorème au cas d'une surface du second ordre sans droites réelles. A cette fin, on n'a qu'à supposer que des plans

$$P = o, \quad Q = o, \quad R = o, \quad S = o,$$

dont je me suis servi, P et S ou bien Q et R forment une couple de plans imaginaires conjugués; dans ce cas le symbole $M(x^p\, y^q)$ conserve sa signification, quoique les droites des deux systèmes soient imaginaires (*).

De plus, je donne au théorème une forme, qui se rattache au symbole $M\,(\nu,\, h)$ — symbole qui se trouve dans les mémoires de M. Cayley

zéro. Cela est d'accord, car elles correspondent point pour point à une génératrice quelconque de F_2, puisque les directrices font naître sur $M\,(x^p\, y^q)$ et la génératrice des divisions homographiques.

(*) Quand on remplace les équations des quatre plans par

$$A + B\sqrt{-1} = o, \quad C = o, \quad D = o, \quad A - B\sqrt{-1} = o$$

les deux systèmes de droites deviennent

$$\left.\begin{array}{l} A + B\sqrt{-1} + x\,C = o \\ D + x\,(A - B\sqrt{-1}) = o \end{array}\right\}\ (I), \quad \text{et} \quad \left.\begin{array}{l} A + B\sqrt{-1} + y\,D = o \\ C + y\,(A - B\sqrt{-1}) = o \end{array}\right\}\ (II);$$

chaque droite du premier système a ainsi sa conjuguée dans le second système $\left(y = \frac{1}{x}\right)$. Et l'équation de la surface est $A^2 + B^2 - CD = o$.

Quand la courbe $M(x^p\, y^q)$ tracée sur une surface F_2 sans droites réelles contient de tout point qui s'y trouve le point conjugué, il faut que p et q soient égaux. Et toute surface, qui passe par une courbe $M(x^p\, y^q)$, tracée sur une surface F_2 sans droites réelles, passera en même temps par la courbe $M(x^p\, y^q)$ sur F_2, qui est le lieu des points conjugués de ceux de la courbe $M(x^p\, y^q)$, quand p et q sont différents. Ainsi qu'une telle courbe $M(x^p\, y^q)$ n'est que la moitié d'une courbe $M(x^{p+q}\, y^{p+q})$, qui est l'intersection totale de F_2 avec une surface réelle F_{p+q}.

et qui est tout à fait indépendant de la réalité des droites de la surface quadrique — en l'exprimant de la manière suivante :

« La courbe M (ν, h) tracée sur F_2 se trouve sur une surface simple, dont l'ordre est la plus grande des deux racines de l'équation

$$x^2 - \nu x + \frac{\nu(\nu - 1)}{2} - h = o. \text{ »}$$

8. Le théorème qui fait le sujet de ma communication est d'une grande utilité dans la classification des courbes gauches de l'ordre quatre et cinq. En surpassant cela, je terminerai par une remarque sur la classification des courbes gauches du sixième ordre R_6, un sujet dont M. Weyr s'est occupé déjà avec succès (*).

Quant aux courbes R_6, qui se trouvent sur une surface F_2, il y en a trois espèces, les courbes $M(x^3\, y^3)$, $M(x^4\, y^2)$ et $M(x^5\, y^1)$; la première a six, la seconde sept, la troisième dix points doubles apparents; la première est déterminée par quinze points sur F_2, la seconde par quatorze, la troisième par onze; la première est la courbe d'intersection complète de F_2 avec une surface F_3, la seconde forme avec deux génératrices de F_2 l'intersection complète de F_2 avec une surface F_4, la troisième avec quatre génératrices de F_2 l'intersection complète de F_2 avec une surface F_5.

Toutes les courbes gauches, qui ne se trouvent pas sur une surface F_2, sont situées sur une surface F_3; car, une surface F_3 étant déterminée par dix-neuf points, on peut faire passer une F_3 par autant de points pris au hasard sur la courbe R_6 et dans ce cas F_3 doit contenir la courbe. Cependant il est encore douteux, si les courbes R_6 qui ne sont pas sur une F_2 se trouvent sur une F_3 unique ou sur plusieurs de ces surfaces; puisque le nombre dix-neuf ne surpasse le produit des ordres ν et n que d'une unité. Il faut donc séparer les deux cas et étudier d'abord les courbes qui se trouvent sur deux F_3 et plus tard celles par lesquelles ne passe qu'une F_3.

L'intersection de deux surfaces F_3 livre quatre courbes R_6, dont le nombre h a les valeurs 6, 7, 8 et 9; la première de ces courbes n'est autre chose que la courbe $M(x^3\, y^3)$, tandis que les autres ne se trouvent pas sur une F_2.

Dans le cas où R_6 ne se trouve que sur une surface F_3, elle fait partie de l'intersection de cette surface avec une surface F_4. Car, si l'on fait passer une surface F_4 par 25 points pris au hasard sur R_6 et par 9 points non situés sur R_6, cette surface doit contenir R_6 et elle doit être simple, parce qu'elle ne peut pas être composée de deux surfaces F_2

(*) Voir *Comptes rendus*, tome LXXVI, pages 424, 475 et 535.

ni d'une F_3 et un plan. L'intersection d'une F_3 avec une F_4 peut donner naissance à cinq courbes gauches R_6, pour lesquelles h a les valeurs 6, 7, 8, 9 ou 10. La dernière de ces cinq espèces diffère nécessairement de $M(x^5\ y^1)$; car elle n'est coupée d'aucune droite en cinq points. L'avant-dernière avec une $h = 9$ se trouve, comme M. Weyr a démontré, sur deux surfaces F_3, la première qui a une $h = 6$ au contraire n'est située que sur une F_3, et, des deux autres espèces $h = 7$ et $h = 8$, M. Weyr dit : « *peut-être* elles se trouvent sur deux surfaces cubiques. »

Au lieu donc d'arriver au résultat qu'il y a huit espèces de courbes gauches R_6, il faut dire que l'existence de huit espèces de ces courbes est à l'abri de toute objection, mais que le nombre des espèces différentes peut aussi bien être dix. Dans la liste suivante je les ai énumérées, l'existence des deux dernières espèces étant encore problématique.

LISTE DES COURBES GAUCHES R_6.

Représentation à l'exemple de M. Cayley.

	h
2×3	6
$2 \times 4 - 1 - 1$	7
$2 \times 5 - 1 - 1 - 1 - 1$	10
$3 \times 3 - 3$	7
$3 \times 3 - 2 - 1$	8
$3 \times 3 - 1 - 1 - 1$	9
$3 \times 4 - 3 - 1 - 1 - 1$	10
$\frac{3 \times 4}{2}$	7 (?)
$\frac{3 \times 4}{2}$	8 (?)

M. Édouard ROCHE

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

SUR L'APLATISSEMENT TERRESTRE ET LA DISTRIBUTION DE LA MATIÈRE A L'INTÉRIEUR DU GLOBE.

— *Séance du 30 août 1879.* —

L'état intérieur de la terre, au point de vue de la répartition de la masse de la surface au centre, est lié à trois éléments astronomiques, savoir : la densité moyenne, la valeur numérique de la précession et

enfin l'aplatissement superficiel. Il résulte de là trois conditions auxquelles doit satisfaire la loi des densités des couches terrestres, mais qui sont insuffisantes pour déterminer rigoureusement cette loi.

En admettant la complète fluidité du globe, et moyennant une certaine hypothèse sur la compressibilité de ses couches, j'ai trouvé, il y a déjà longtemps, que l'on satisfait à la grandeur de l'aplatissement et de la précession des équinoxes, par une loi très simple du décroissement de la densité du centre à la surface : cette densité serait environ 2,1 à la surface et 10,6 vers le centre (*). J'en ai déduit également la formule de la variation de la pesanteur à l'intérieur de la terre, et j'ai montré qu'elle s'accordait avec l'expérience de M. Airy sur les oscillations d'un pendule au fond d'un mine (**).

Dans ces dernières années, l'hypothèse de la fluidité a été vivement attaquée. MM. Hopkins et William Thomson pensent que, si la terre était formée d'une écorce rigide remplie par un liquide, le phénomène de la nutation devrait être tout autre qu'il n'est réellement ; et, en second lieu, que les marées luni-solaires qui s'y produiraient, briseraient nécessairement la croûte solide, de quelque rigidité qu'on la supposât douée. D'autres astronomes ont combattu ces objections et admettent encore l'hypothèse du fluide central contenu dans une enveloppe solide de faible épaisseur.

Quoi qu'il en soit, et sans aborder ici cette question controversée, il est évident que, considérer la terre comme un bloc solide à peu près uniforme, ayant à son centre un noyau très dense, et enveloppé d'une couche sphérique assez mince et beaucoup moins dense, constitue une hypothèse tout opposée à celle du fluide compressible. Or cette hypothèse par sa netteté se prête au calcul, et en la combinant avec les valeurs connues de la moyenne densité, de la précession et de l'aplatissement, j'ai pu arriver à la détermination des inconnues qu'elle renferme.

La seule difficulté réside dans l'établissement de la formule qui, dans cette hypothèse, lie l'aplatissement superficiel avec les autres éléments du problème. Je l'obtiens, à l'aide de la théorie de Clairaut, en introduisant comme auxiliaire l'aplatissement extérieur du bloc supposé primitivement liquéfié.

Le nombre des données de la question serait insuffisant si l'on ne supposait pas connue la densité de la couche extérieure du globe : on peut l'estimer, dans son ensemble, à 2,7, nombre intermédiaire entre la densité de la surface même qui ne dépasse guère 2 et celle des laves les plus denses qui est 3,4.

(*) $\rho = 10,6 - 8,5\ a^2$.

(**) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1854, tome XXXIX, page 1215.

Tout calcul fait, on trouve que le bloc constituant la majeure partie du globe terrestre aurait une densité égale à 6. Ce pourrait être par conséquent un mélange de fer carburé et de matières pierreuses.

La masse centrale serait $\frac{1}{12}$ de la masse entière. Cette masse centrale, que, pour simplifier, nous avons traitée comme un point matériel, représente l'ensemble des matériaux plus lourds qui ont dû s'accumuler vers le centre. En réalité, ce n'est pas un point, mais un noyau dont le rayon et la densité nous sont inconnus. En supposant arbitrairement son rayon égal aux 0,45 du rayon entier, sa densité serait 11 ; elle serait 13 pour un rayon 0,40. Ce sont des résultats également admissibles, vu l'ignorance où nous sommes sur les corps qui constituent cette région, et sur l'influence de la température et de la pression, probablement très considérable, qu'ils y supportent.

Enfin la couche extérieure à laquelle j'ai attribué la densité moyenne 2,7 aurait une épaisseur égale au $\frac{1}{9}$ du rayon. Son volume serait les $\frac{3}{10}$ du globe entier, sa masse $\frac{1}{7}$ de la masse entière.

C'est dans cette enveloppe de 700 kilomètres environ d'épaisseur que se trouve, à une profondeur difficile à préciser, la couche encore liquide dont les géologues ont besoin pour leurs explications. Cette couche est probablement discontinue et trop peu épaisse pour que les marées y soient sensibles. On pourrait cependant attribuer à un déplacement progressif de cette couche à peu près fluide ou tout au moins visqueuse, les changements séculaires du magnétisme terrestre, et quelques autres phénomènes encore problématiques, tels que variation de la durée du jour, déplacement des pôles, etc. Quant à la température de ces régions profondes, elle est certainement moins élevée qu'on ne le croit généralement : la lave y est liquéfiée, mais pas le fer que l'on trouve non fondu dans les basaites amenés de très bas.

En résumé, l'hypothèse d'un bloc à peu près homogène, dont les calculs précédents expriment les conséquences, est une hypothèse extrême et directement contraire à celle de la fluidité ; il est donc permis de penser que la réalité est comprise entre ces deux suppositions. Or, au point de vue de la question que nous nous sommes posée, c'est-à-dire de la répartition de la matière, de la surface au centre, les conséquences des deux suppositions ne sont pas aussi différentes qu'on aurait pu le penser. L'une et l'autre indiquent vers le centre une densité double de la densité moyenne ; la densité serait moitié de cette densité moyenne dans une couche superficielle dont l'épaisseur est $\frac{1}{9}$ du rayon dans l'hypothèse

du bloc solide, et seulement $\frac{1}{12}$ dans l'hypothèse de la fluidité. Le reste du globe aurait, en moyenne, une densité peu supérieure à 6.

Ainsi, bien que le problème de la répartition de la masse à l'intérieur de la terre soit réellement indéterminé, les conditions astronomiques aux quelles il est assujetti limitent singulièrement cette indétermination, et permettent de fixer avec une certaine probabilité la loi d'accroissement des densités. L'intérêt que présente cette question au point de vue géologique m'a engagé à communiquer ces résultats du problème de mécanique céleste que j'ai été amené à résoudre en poursuivant mes recherches sur ce sujet.

M. N. ALEXÉEFF

Professeur à Moscou.

SUR L'INTÉGRATION DE L'ÉQUATION : $y'' + Py' + Qy = 0$

— Séance du 1er septembre 1879. —

Lorsque la première intégrale d'une équation de deuxième ordre :

$$y'' + Py' + Qy = 0$$

peut être mise sous cette forme :

$$Ay'^2 + Byy' + Cy^2 = 1, \quad (1)$$

où A, B, C sont des fonctions de x, les trois fonctions A, B, C doivent satisfaire aux trois équations simultanées suivantes :

$$\left.\begin{aligned} A' + B &= 2AP, \\ B' + 2C &= 2AQ + BP, \\ C' &= BQ, \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Ces trois équations pourraient servir à la détermination des fonctions A, B, C, si l'on pouvait dans tous les cas intégrer les équations (2). L'intégration complète de ces équations en général est très difficile ; cependant on a toujours une intégrale au moyen du procédé suivant :

En multipliant la première des équations (2) par 2C, la seconde par B et la troisième par 2A, en faisant la somme de la première et de la troisième et en soustrayant cette somme de la seconde, on a :

$$BB' - 2CA' - 2AC' = (B^2 - 4AC)\,P.$$

On voit que la première partie est la dérivée de $\frac{B^2 - 4AC}{2}$, donc si l'on représente l'expression $B^2 - 4AC$ par Δ^2, on a :

$$\Delta\Delta' = \Delta^2 P \text{ ou } P = \frac{\Delta'}{\Delta} \quad (3)$$

Cette dernière équation nous donne :

$$\Delta^2 = B^2 - 4AC = e^{2\int P dx}.$$

En général, c'est la seule intégrale qu'on peut obtenir pour les équations (2). Mais lorsqu'au lieu de deux fonctions P et Q, on admet pour connues une de ces deux fonctions et une des fonctions A, B, C, on obtient des équations de deuxième ordre qui ont la première intégrale exprimée par l'équation (1). En ne m'arrêtant pas à des cas particuliers, je vais prouver que l'équation (1), dont les coefficients satisfont aux équations de condition (2), est toujours intégrable, c'est-à-dire que dans ce cas on peut trouver l'intégrale seconde de l'équation donnée. En effet, pour intégrer l'équation (1) par le procédé indiqué par moi dans la note présentée à l'Académie des sciences à Paris et imprimée aux comptes rendus (novembre 1878), je pose: $y = uv$ et je détermine la fonction v en posant

$$Av'^2 + Bvv' + Cv^2 = 0$$

Cette équation peut être mise sous cette forme

$$(2Av' + Bv)^2 = v^2 \Delta^2 \text{ ou plus simplement } 2Av' + Bv = v\Delta.$$

$$\int \frac{(\Delta - B)\,dx}{2A.}$$

En intégrant on a : $v = e$

En même temps pour la détermination de la fonction u, l'équation (1 nous donne :

$$u = -\frac{1}{\Delta\, v^2 u'} - \frac{Au'}{\Delta} \quad (4)$$

En différentiant cette équation on a :

$$u'\,dx = -\frac{\Delta' dx}{\Delta^2 v^2 u'} - \frac{2v' dx}{\Delta\, v^3 u'} - \frac{du'}{\Delta v^2 u'^2} - \frac{A' u' dx}{\Delta} - \frac{A du'}{\Delta} + \frac{A\,\Delta u' dx}{\Delta^2}$$

En remplaçant dans cette équation le rapport $\frac{v'}{v}$ par l'expression $\frac{\Delta - B}{2A}$

on peut l'écrire de la manière suivante :

$$\frac{\Delta dx}{A}\left[1+\frac{\Delta'}{\Delta^2 v^2 u'^2}+\frac{\Delta\text{-}B}{A\Delta v^2 u'^2}+\frac{A'}{\Delta}-\frac{A\Delta'}{\Delta^2}\right]$$

$$+\frac{du'}{u'}\left[\frac{1}{Av^2u'^2}+1\right]=0 \quad (5)$$

En posant $\frac{1}{Av^2u'^2}=t^2$ on a, $\frac{du'}{u'}=-\frac{dt}{t}-\frac{v'dx}{v}-\frac{A'dx}{2A}$

ou $$\frac{du'}{u'}=-\frac{dt}{t}-\frac{(\Delta-B)\,dx}{2A}-\frac{A'dx}{2A}$$

En remplaçant $\frac{du'}{u'}$ dans l'équation (5) par cette dernière expression, en remplaçant A′ par son expression tirée des équations (2) on a au lieu de l'équation (5) l'équation suivante :

$$dx\left[\frac{\Delta}{2A}+p-\frac{\Delta'}{\Delta}+t^2\left(\frac{\Delta}{2A}-p+\frac{\Delta}{\Delta}\right)\right]=\frac{dt}{t}\,(t^2+1)$$

puisque $p=\frac{\Delta}{\Delta}$ cette équation se simplifie et devient :

$$\frac{\Delta dx}{2A}=\frac{dt}{t}$$

dont l'intégrale est : $t=Me^{\int\frac{\Delta dx}{2A}}$ où M est une constante :

Cette intégrale peut s'écrire de la manière suivante :

$$Av^2u'^2M^2e^{\int\frac{\Delta dx}{A}}=1,\ \text{d'où}\ vu'=\frac{e^{-\int\frac{\Delta dx}{2A}}}{M\sqrt{A}}$$

En mettant cette valeur de vu' dans l'équation (4) on a :

$$u=\frac{M\sqrt{A}.e^{\int\frac{\Delta dx}{2A}}}{\Delta v}-\frac{\sqrt{A}.e^{-\int\frac{\Delta dx}{2A}}}{M\Delta v}$$

En multipliant par v on a finalement :

$$y=\frac{\sqrt{A}}{\Delta}\left\{Me^{\int\frac{\Delta dx}{2A}}-\frac{1}{Me^{\int\frac{dx}{2A}}}\right.$$

M. COLLIGNON
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

CONSIDÉRATIONS SUR LA FORMULE DE WALLIS.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Dominique RAGONA
Directeur de l'Observatoire royal de Modène.

SUR UNE NOUVELLE MÉTHODE POUR MESURER LA DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE EN UN LIEU DONNÉ.

(EXTRAIT)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Après de courtes indications sur son Observatoire portatif astronomique, magnétique et météorologique, M. Ragona parle de la méthode dont il fait usage pour l'exacte détermination de la déclinaison magnétique.

Il emploie un théodolite magnétique d'excellente construction et observe la hauteur et l'azimut de trois étoiles fondamentales, et l'azimut du barreau magnétique. Une formule très simple donne, d'après ces donnés, la déclinaison magnétique, sans avoir besoin de connaître l'heure et même sans connaître la latitude du lieu. Les hauteurs doivent être corrigées pour la réfraction, les azimuts observés sont relatifs à la position du *zéro* de l'instrument.

Si au lieu d'observer trois étoiles différentes, on observe successivement la hauteur et l'azimut de la même étoile, trois fois de suite, on peut déterminer la déclinaison magnétique avec toute l'exactitude désirable sans connaître l'heure, la latitude, le nom et les coordonnées de l'étoile. On peut faire usage d'une étoile quelconque, qui se trouve dans la position la plus commode pour les observations.

M. Ed. LUCAS
Professeur au Lycée Charlemagne.

SUR LE PROBLÈME DES HUIT REINES.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. le Dr P. H. SCHOUTE
de la Haye.

SUR LA TRANSFORMATION CONJUGUÉE

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

1. — Les courbes planes C_3, qui passent par huit points donnés, ont encore un neuvième point commun, qui avec les huit points donnés forme la base du faisceau des courbes C_3. Quand on ne fixe que sept points de cette base et que l'on fait mouvoir le huitième, le neuvième se meut aussi. A une position quelconque du huitième point correspond une position déterminée du neuvième. Ces deux points forment donc dans le plan des courbes C_3 une correspondance birationnelle en involution, les deux points se correspondant mutuellement, ainsi que les deux plans superposés ont les mêmes points et courbes fondamentaux.

2. — Je désigne les deux points mobiles de la base des courbes C_3 par p et $\mathfrak{p}$ et je cherche le lieu des points $\mathfrak{p}$, qui correspondent aux points p d'une droite quelconque. L'ordre de cette courbe Φ étant représenté par N, parmi les N^2 points d'intersection de deux de ces courbes il n'y en a qu'un qui varie avec les droites correspondantes, le point $\mathfrak{p}$ qui correspond au point d'intersection de ces droites. Les $N^2 - 1$ autres points d'intersection des deux courbes Φ sont donc communs à toutes les Φ. Et parce que ces courbes ne sauraient passer toutes par un point qui ne fait pas partie du groupe des sept points donnés (parce que deux courbes C_3, qui passent par huit points, ne sauraient plus se couper en deux points) on a, quand les sept points donnés sont des points fondamentaux i-ples de la correspondance, la relation

$$N^2 - 1 = 7i^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1.$$

De plus, il est impossible qu'une courbe Φ quelconque ait un point multiple en dehors des sept points fondamentaux. Car de deux suppositions, l'une : ou un tel point π est commun à quelques-unes des courbes Φ, ou il change de position d'une courbe Φ à une autre. Et tandis que la première doit être rejetée parce que deux courbes Φ n'ont de commun qu'un point simple en dehors des points donnés, la seconde ne peut pas être admise non plus, puisque les courbes Φ forment un réseau (car par deux points $\mathfrak{p}_1$ et $\mathfrak{p}_2$ on détermine une courbe Φ, qui correspond à la droite $p_1 p_2$) et que la nature même d'un réseau s'y

oppose que toutes ses courbes auraient un point multiple dont la position varierait avec la courbe. On a donc encore l'équation

$$\frac{(N-1)(N-2)}{2} - \frac{7i(i-1)}{2} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

qui exprime que la courbe Φ s'accorde en genre avec la droite correspondante. Combinée à la première, elle donne les deux systèmes de valeurs

$$\begin{array}{ll} i = 0 & \qquad i = 3 \\ N = 1 & \qquad N = 8 \end{array}$$

3. — A un point p de la droite l, qui joint deux des sept points donnés, que je désignerai par a, correspond un point $\mathfrak{p}$ de la conique qui passe par les autres points a. Car la combinaison de cette conique à la droite l forme une courbe composée C_3, qui passe par les huit points donnés et contient donc le neuvième $\mathfrak{p}$. Et il est clair que ce neuvième point ne saurait se trouver sur l.

A la droite qui joint deux des sept points a correspond donc une conique. Mais on sait qu'à cette droite doit correspondre une courbe dont l'ordre est $N - 2i$, cette droite passant par deux points fondamentaux i-ples. Ce qui donne

$$N - 2i = 2,$$

une équation qui oblige à rejeter le premier système de valeurs pour N et i et à admettre le second.

Les courbes fondamentales ψ_1 et ψ_2 des deux points a_1 et a_2 formant avec la conique par a_3, a_4, a_5, a_6 et a_7 une courbe Φ dont les points a sont des points triples, il faut que chacune d'elles passe une fois par chaque point a_3, a_4, a_5, a_6, a_7. D'où il suit que ψ_2 passe une fois par a_1 et ψ_1 une fois par a_2, tandis que ψ_1 a un point double en a_1 et ψ_2 en a_2. La courbe fondamentale d'un des points a est donc une courbe C_3 qui passe deux fois par ce point a et une fois par les autres points a. Donc :

« Le huitième point p de la base d'un faisceau de C_3 a sept points fixes a parcourant une droite l, le neuvième point $\mathfrak{p}$ correspondant parcourt une C_8, qui a les points a pour points triples. Quant l passe par a_1, le lieu du point $\mathfrak{p}$ correspondant est une C_5, qui passe une fois par a_1 et deux fois par les autres points a. Et quand l passe par deux points a, le lieu du point $\mathfrak{p}$ est la conique par les autres points a ».

4. — La correspondance indiquée ne se présente pas d'abord chez les points de la base d'un faisceau de courbes d'ordre supérieur, car des points de la base d'un faisceau du n-ième ordre on ne peut pren-

dre arbitrairement que $\frac{n(n+3)}{2} - 1$; au lieu d'un seul le dernier en détermine donc $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ autres. Pourtant on y peut faire naître cette correspondance en admettant des points multiples communs parmi les points fixes de la base. Cela tient à ce qu'un point *j-ple*, commun à deux courbes C_n compte pour $\frac{j(j+1)}{2}$ des points qui déterminent ces courbes, tandis qu'il représente j^2 de leurs points d'intersection.

Si les points fixes de la base se composent de α_1 points simples, α_2 points doubles,.... α_j points *j-ples*.... et α_r points *r-ples*, la condition pour que ces points déterminent un réseau de courbes C_n est

$$\frac{n(n+3)}{2} - 2 = \sum_1^r \frac{j(j+1)}{2} \alpha_j \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3).$$

Et celle que ces points constituent tous les points communs à deux courbes quelconques du réseau moins deux est

$$n^2 - 2 = \sum_1^r j^2 \alpha_j \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4),$$

qui combinée à la précédente fait trouver encore

$$\frac{(n-1)(n-2)}{2} = \sum_1^r \frac{j(j-1)}{2} \alpha_j = 1 \ldots \quad 5);$$

les courbes C_n sont donc du genre premier.

5. — Quand on établit entre une surface et un plan une correspondance telle qu'à un point de la surface correspond un point déterminé du plan, mais qu'à un point du plan correspondent deux points déterminés de la surface, on dit que la surface est représentée sur le plan double. Il a été observé par M. Clebsch (*) que les surfaces capables d'une telle représentation, qui se font de même représenter sur un plan simple, réalisent une correspondance entre un plan double et un plan simple, qui dépend de la bisection des fonctions abéliennes d'une certaine courbe (**), le lieu des points du plan double dont les

(*) Clebsch. Ueber den Zusammenhang einer Klasse von Flächenabbildungen mit der Zweitheilung der Abel'schen Functionen (*Mathematische Annalen*, t. III, p. 45-76).

(**) « Uebergangscurve », courbe limite.

deux points correspondants de la surface coïncident. Plus récemment M. de Paolis a résolu la question de représenter un plan double sur un plan simple par des considérations géométriques dans un mémoire intéressant intitulé : *Le trasformazione piane doppie* (*). Je vais indiquer en quelle partie ma communication y peut ajouter quelque chose. Mais pour cela il faut que j'explique quelques-unes de ses dénominations.

Quand les deux plans P et P′ se correspondent de manière qu'à un point p de P correspondent deux points p' et $\mathfrak{p}'$ de P′, mais qu'au point p' ou $\mathfrak{p}'$ de P′ ne correspond qu'un point p de P, cette correspondance forme la *transformation double*; de cette transformation P forme le *plan double*, P′ le *plan simple*. Dans ce dernier plan à un point p' correspond en général un point déterminé $\mathfrak{p}'$; et à un point $\mathfrak{p}'$ un point déterminé p'. Ces deux points p' et $\mathfrak{p}'$ se correspondant mutuellement, ils forment dans le plan simple une correspondance en involution, la *transformation conjuguée*. De cette transformation, la correspondance de l'article précédent ne fait qu'une partie spéciale ; parce qu'un réseau de courbes C_n, dont les points communs équivalent à $\frac{n(n+3)}{2} - 2$ points simples, est bien loin de représenter le réseau le plus général. Plutôt, quand on représente le genre d'un réseau plus général par p, l'équation

$$\frac{(n-1)(n-2)}{2} - \sum_{1}^{r} \frac{j(j-1)}{2} \alpha_j = p$$

donne, eu égard à 4),

$$\sum_{1}^{r} \frac{j(j+1)}{2} \alpha_j = \frac{n(n+3)}{2} - 2 + (p-1);$$

de manière qu'il faut distinguer avec M. de Paolis les trois cas :

1° $p = o$, où les courbes C_n ont $\frac{n(n+3)}{2} - 3$ points de base

2° $p = 1$, où les courbes C_n comme dans l'article précédent ont $\frac{n(n+3)}{2} - 2$ points de base

3° $p = 1$, où la correspondance n'est possible qu'autant qu'on donne une position particulière à quelques-uns des points de la base par rapport aux autres.

(*) *Atti della R. Accademia dei Lincei*, anno 274, 1876-77, serie terza, *Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali*, volume I, *dispensa seconda* (page 511, seance du 8 avril 1877).

6. — Dans ce qui suit, je me propose d'examiner s'il est possible de déterminer l'ordre N de la transformation conjuguée sans se servir du plan double. Quoique mes résultats soient bien inférieurs à ceux que M. de Paolis a trouvés au moyen de ce plan, je les publie parce qu'ils contiennent l'étude de quelques cas spéciaux et qu'ils offrent quelques points de vue nouveaux. Ce qui se montrera surtout, quand je les mets en rapport avec la tranformation double.

En me bornant au cas $p = 1$, je continue les considérations de l'article 3). Des équations (1) et (2) on déduit sans peine

$$3\,\mathrm{N} - 7i = 3,$$

équation qui exprime que la courbe qui correspond à une quelconque des courbes C_3 du réseau, et qui selon les règles de la transformation birationnelle doit être de l'ordre $3\,\mathrm{N} - 7i$, est du troisième ordre ; ce qui s'accorde, puisque cette courbe correspond à soi-même. Eh bien, dans le cas d'une n quelconque, cette considération donnera une équation indépendante des deux équations que l'on obtient par la généralisation des équations (1) et (2).

J'ai fait le choix entre les deux résultats obtenus dans l'article 2) au moyen d'une des dégénérations de la courbe Φ ; je vais indiquer à présent un autre chemin, qui mène au même but et qui a l'avantage d'être capable de généralisation. Toutes les courbes C_3 du réseau, qui touchent en a_1 une droite déterminée l, forment un faisceau dont le huitième point p de la base est le point de l infiniment voisin de a_1, tandis que le neuvième point $\mathfrak{p}$ se trouve ailleurs. Quand la tangente l tourne autour de a_1, ce neuvième point $\mathfrak{p}$ de la base parcourt la courbe C_3 du réseau, qui a un point double en a_1. Car cette courbe appartient à tous les faisceaux qu'on obtient en faisant varier la direction de la tangente en a_1. Ainsi l'on retrouve que la courbe fondamentale des sept points a est la courbe C_3 du réseau qui a un point double en ce point.

Je termine l'étude du cas $n = 3$, par la considération de quelques particularités. Quand quatre des huit points, qui déterminent un faisceau de courbes C_3, se trouvent sur une droite l, le neuvième point de la base s'y trouve aussi ; car dans ce cas chaque courbe du faisceau se compose de l et d'une conique, qui passe par les quatre points donnés non situés sur l, et ces coniques n'ont commun que ces quatre points. De plus, le neuvième point n'est pas déterminé sur l. A chaque point p d'une droite l par trois des points a correspond donc la droite l tout entière. Et de la même manière on trouve, qu'à chaque point p d'une conique C_2, qui passe par six des points a, correspond la conique C_2 tout entière. Ainsi quand il arrive k- fois que trois des sept points a se trouvent en ligne droite (sans qu'en même temps six

des points a soient sur une conique dégénérée), la courbe Φ, qui correspond à une droite l est de l'ordre $8 - k$; parce que les k droites, qui contiennent trois des points a, étant coupées une fois par l, appartiennent une fois à Φ. Et quand six des points a se trouvent sur une conique C_2 (ou sur deux droites), la courbe Φ est du quatrième ordre parce que la conique C_2 (ou l'ensemble des deux droites) étant coupée deux fois par l, appartient deux fois à Φ. Ainsi l'on trouve sans peine qu'aux cas particuliers représentés dans le tableau suivant,

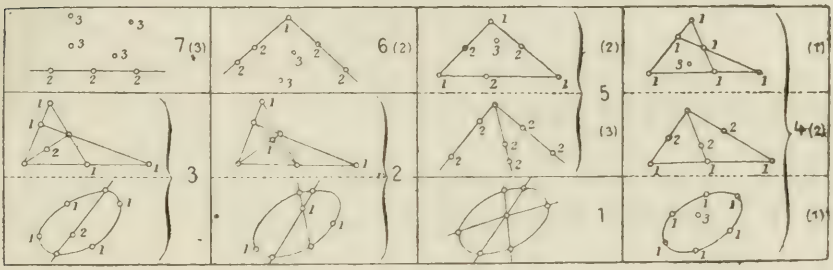


Fig. 15.

l'ordre N de la transformation conjuguée a la valeur que j'y ai ajoutée en chiffres épais, les chiffres entre parenthèses indiquant les numéros d'ordre des différents cas comme ils figurent chez M. Dewulf (*), et les chiffres près des points indiquant la multiplicité de ces points comme points fondamentaux de la transformation dégénérée (**).

7. — Je passe au cas $n = 4$. Les équations (3) et (4) donnent

$$12 = \sum_1^r \frac{j\,(j+1)}{2}\,\alpha_j\ ,$$

$$14 = \sum_1^r j^2\alpha_j\ ,$$

dont la dernière fait voir que $r < 4$. On a donc :

$$12 = \alpha_1 + 3\alpha_2 + 6\alpha_3$$
$$14 = \alpha_1 + 4\alpha_2 + 9\alpha_3;$$

d'où l'on dérive

$$\alpha_1 = 6, \qquad \alpha_2 = 2, \qquad \alpha_3 = 0.$$

(*) *Bulletin des Sciences astronomiques et mathématiques*, III, page 200.

(**) M. de Paolis considère le deuxième cas $N = 5$, le premier cas $N = 2$, et le cas $N = 1$, dont le dernier n'est autre chose que l'homologie, le point d'intersection des trois droites étant le centre, sa polaire par rapport à la conique l'axe d'homologie (voir *l. c*, § 5, nos 29 et 30).

J'adopte donc pour points fixes de la base du réseau des C_4 six points simples a et deux points doubles b. Mais il y a encore un point fondamental de la correspondance en dehors des points a et b, le neuvième point A de la base du faisceau des C_3, qui passent par les huit points a et b, envisagés tous comme points simples. Ce point A est un point fondamental simple; car à ce point correspond la droite par les points b.

En supposant que les points a sont des points i_1^{ples} et les points b des points i_2^{ples}, on trouve comme dans l'article 1) les équations :

$$N^2 - 1 = 6i_1^2 + 4i_2^2 + 1$$
$$(N - 1)(N - 2) = 6i_1(i_1 - 1) + 4i_2(i_2 - 1)$$

Mais l'article 6) mène d'abord à l'équation

$$4N - 6i_1 - 4i_2 = 4,$$

qui est indépendante des deux précédentes et plus tard à

$$i_1 = 4,$$

parce qu'à un des six points a correspond la quartique, qui passe deux fois par ce point et par les points b, et une fois par les autres points a. De plus, le dernier résultat se déduit ici des trois équations précédentes, qui donnent les valeurs

$$i_2 = 6 \qquad\qquad i_2 = 7$$
$$N_2 = 13 \qquad\qquad N = 14.$$

8. — Avant de continuer, une observation. J'ai dit, qu'il n'y a en dehors des points a et b qu'un seul point fondamental simple A. Eh bien, quoiqu'il aille sans dire qu'à ce point A correspond la droite qui joint les points b, il est encore douteux qu'il soit permis de dire qu'à un point p choisi arbitrairement sur la droite b_1b_2 correspond le neuvième point A de la base des courbes C_3 tout seul. Car les quartiques qui se composent de ces courbes C_3, chacune d'elles combinée à la droite b_1b_2, forme un faisceau, dont la base contient en dehors des neuf points a, b et A, la droite b_1b_2 tout entière.

Je fais rentrer ce cas spécial d'un lieu de points fondamentaux dans le cas général de la correspondance birationnelle en involution en faisant correspondre à un point quelconque p de la droite b_1b_2 le point infiniment voisin de A, qui se trouve sur la courbe C_3 passant par les points a, b et p. Par là, je maintiens en même temps les équations dont je me suis servi et je me trouve à même de conclure lequel de deux systèmes de valeurs de i_2 et N doit être admis. Car la courbe Φ

qui correspond à la droite b_1b_2 doit être de l'ordre $N - 2i_2$ et de l'ordre zéro, puisque b_1b_2 est une droite fondamentale; relation qui des deux systèmes de valeurs n'est vérifiée que du second. Donc :

« Il existe entre les deux points mobiles de la base d'un faisceau de quartiques, qui passent une fois par six points a et deux fois par deux points b, une correspondance en involution du quatorzième ordre, dont les points a sont des points fondamentaux quadruples, les points b des points fondamentaux septuples, tandis qu'un point déterminé A en est un point fondamental simple. Au point a_1 correspond la quartique qui passe une fois par les autres points a et deux fois par a_1 et les points b. Au point b correspond la C_7 qui passe une fois par A, deux fois par les points a, trois fois par b_2 et quatre fois par b_1. Et au point A correspond la droite b_1b_2 (*). »

9. — Les particularités du cas $n = 4$ sont renfermées dans le tableau suivant. Pour l'expliquer, quelques observations suffiront. On voit d'abord,

Fig. 16.

comment j'ai distingué les points b des points a. De plus, il est clair que :

1° Chaque droite, qui contient quatre points de la base du réseau des C_4, appartient une fois à la Φ qui correspond à une droite quelconque. Toutefois il faut que ces quatre points soient formés de deux points simples a et un point double b; autrement le point A est indéterminé.

2° Chaque conique qui contient huit points de la base du réseau,

(*) A la conique par les points b et trois des points a correspond la conique par les points b et les autres points a.

appartient deux fois à Φ. Toutefois il faut que ces huit points se forment de quatre points a et des deux points b; autrement le point A est indéterminé.

3° Chaque cubique, qui contient onze (*) points de la base du réseau, appartient trois fois à Φ. Et pour qu'une cubique puisse contenir autant de points de cette base, il faut qu'elle ait un point double en un des points b.

J'observe encore, que dans le premier cas $N = 2$ le point A est l'intersection des trois cordes communes des trois coniques prises deux à deux qui ne passent pas par les points b.

10. — Après l'examen des cas $n = 3$ et $n = 4$, je passe au cas général d'une n quelconque. En représentant le nombre des points fondamentaux k-ples de la transformation conjuguée, qui ne sont pas des points fixes de la base du réseau des courbes C_n par β_k, j'arrive par généralisation aux équations suivantes :

$$\left.\begin{aligned} N^2 - 1 &= \sum_1^r i_{j^2}\,\alpha_j + \sum_1^s k^2\,\beta_k \\ (N-1)(N-2) &= \sum_1^r i_j\,(i_j - 1)\,\alpha_j + \sum_1^s k\,(k-1)\,\beta_k \\ N\,n - \sum_1^r i_j\,\alpha_j &= n \\ i_1 &= n \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots 6)$$

Il va sans dire que ces quatre équations ne suffisent guère pour la résolution du cas général. Car, la valeur de r étant comme on verra plus tard $n - 2$, on a $n - 2$ grandeurs inconnues i_j et de plus les quantités β_k, dont le nombre s n'est pas déterminé.

Pour la détermination des quantités β_k, je pose le théorème suivant :

« Il y a autant de points β_k que des courbes C_k, qui ont commun $nk - \frac{1}{2}(k-1)(k-2)$ points fixes avec toutes les courbes C_n du réseau que l'on considère. »

En effet, quand une courbe C_k coupe chaque courbe C_n du réseau en $nk - \frac{1}{2}(k-1)(k-2)$ points fixes et que l'on prend le point p, qui va déterminer un faisceau de courbes C_n compris dans le réseau donné, sur cette courbe C_k, on forme un faisceau, dont chaque courbe se compose de la courbe fixe C_k et d'une courbe variable C_{n-k} (**), un

(*) Comparez le théorème de l'article suivant

(**) Jacobi. *De relationibus quæ locum habere debent inter puncta intersectionis duarum curvarum, etc.* (*Journal de Crelle*, tome XV, page 292).

faisceau qui — abstraction faite de la courbe C_k — est de l'ordre $n-k$. Ces courbes C_{n-k} ne sauraient se couper en plus d'un point qui n'appartient pas à la base du réseau; car au point p ne correspond qu'un point. De plus, quand ces courbes C_{n-k} ne se couperaient pas en un point hors de cette base, on trouverait qu'à chaque point de C_k correspondrait un point indéterminé de cette courbe, ainsi on retomberait sur le cas d'un lieu de points fondamentaux, qui doit être exclu. Ces courbes déterminent donc un point unique, qui est point fondamental k-ple de la transformation conjuguée.

Au moyen de ce théorème, on trouve dans tous les cas particuliers les points fondamentaux de la transformation conjuguée qui ne font pas partie de la base du réseau des courbes C_n. De plus, il n'est pas difficile d'augmenter dans chaque cas déterminé le nombre des équations (6) de manière qu'elles déterminent les quantités inconnues; ce qui se démontre quand on considère encore le cas $n = 5, 6$, etc. Mais l'espace ne me permettant pas d'épuiser tous ces cas spéciaux, je vais m'occuper encore d'un cas très général, où n est quelconque.

11. — De l'équation (5), qui exprime que les courbes C_n du réseau sont du genre premier, on déduit sans peine que ces courbes ne sauraient avoir un point $(n-1)$-ple. Je considère donc le cas qu'ils ont un point $(n-2)$-ple, le cas où $r = n-2$ et $\alpha_{n-2} = 1$. A l'exception de ce point, la base du réseau doit se former de points simples et de points doubles. Car une courbe C_n, qui a un point $(n-2)$-ple et un point, dont le degré de multiplicité surpasse deux, est coupée en plus que n points par la droite qui joint ces deux points. Ainsi les équations 3) et 4) donnent

$$\alpha_1 + 3\,\alpha_2 = 3n - 3$$
$$\alpha_1 + 4\,\alpha_2 = 4n - 6$$

d'où l'on trouve

$$\alpha_2 = n - 3 \quad , \quad \alpha_1 = 6.$$

Je considère donc le cas où les courbes C_n ont un point $(n-2)$-ple, $n-3$ points doubles et six points simples de position donnée. Dans ce cas, il y a $n-3$ droites qui coupent toutes les courbes du réseau en n points fixes, les droites qui joignent le point $(n-2)$-ple à chacun des $n-3$ points doubles, et il n'y a pas une seule courbe qui jouisse de la propriété analogue (*). On trouve donc $\beta_1 = n-3$, tandis que toutes les autres β sont zéro. Ce qui fait voir que les équations (6) se changent en :

(*) Voir la note de l'article 13.

$$N^2 - 1 = i^2_{n-2} + (n-3)\, i^2_2 + 6\, n^2 + n - 3$$

$$(N-1)\,(N-2) = i_{n-2}\,(i_{n-2} - 1) + (n-3)\, i_2\,(i_2 - 1) + 6\, n\,(n-1)$$

$$N\, n = (n-2)\, i_{n-2} + 2\,(n-3)\, i_2 + 6n,$$

trois équations à trois inconnues.

Ainsi que l'on trouve

$$i_1 = n,\ i_2 = 2n - 1,\ i_{n-2} = n^2 - 3\, n + 3,$$

$$N = n^2 - n + 2 \quad (*).$$

12. — Après avoir montré à quel titre on peut déterminer la quantité N par la considération de la correspondance conjuguée, je vais compléter ma communication en recourant au plan double. A cette fin je fais correspondre un réseau de droites situées dans un plan quelconque au réseau des courbes C_n dans le plan donné, de manière qu'à une courbe C_n quelconque correspond une droite déterminée et réciproquement. Il est évident que par cela la transformation double est établie, car aux deux points d'intersection mobiles de deux courbes C_n correspondra ainsi le point d'intersection des deux droites correspondantes. Le plan des courbes C_n forme donc le plan simple, celui des droites le plan double de la transformation. Pour distinguer les éléments des deux plans j'accentuerai ceux du plan double.

Une droite l du plan simple coupant la courbe C_n qui correspond à une droite l' du plan double en n points, il faut qu'à cette droite l corresponde une courbe C'_n dans le plan double. Et deux de ces cour-

(*) Ce résultat s'accorde avec ceux que M. de Paolis a exposés d'une manière bien simple dans son mémoire. Il a dressé (p. 539) un tableau qui contient tous les cas où n ne surpasse pas dix. Il caractérise ces cas par un symbole, le cas $n = 4$ *p. e.* par le symbole

$n = 4$	$N = 14$	$6_{1,4}\ \ 2_{2,7}\ \ 1_{0,1}$

;

les chiffres dans le dernier rectangle indiquant qu'il y a dans ce cas six points (les points a) qui sont des points simples de la base du réseau des courbes C_n et des points fondamentaux quadruples de la transformation, deux points (les points b) qui sont des points doubles de la base et des points fondamentaux septuples de la transformation et un point (le point A) qui n'appartenant pas à la base est point simple de la transformation. Eh bien, le cas général que j'ai considéré forme toujours le dernier des différents cas qu'il obtient pour une n déterminée. Ainsi l'on a pour $n = 10$:

$n = 10$	$N = 92$	$6_{1,10}\ 7_{2,19}\ 1_{8,73}\ 7_{0,1}$

les C_n se couperont en $N + 1$ points mobiles avec eux, le point p' qui correspond au point d'intersection des deux droites correspondantes l_1 et l_2 et les N points p' qui correspondent aux N points p de l_1 (ou l_2), dont les points conjugués $\mathfrak{p}$ se trouvent sur l_2 (ou l_1). Ainsi quand on représente les points fondamentaux i'^{ples} du plan double (c'est-à-dire les points i-ples de la base du réseau des courbes C_n) par $\alpha_{i'}$, on a l'équation

$$n^2 - \sum_1^r i'^2 \alpha_{i'} = N + 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 7).$$

Quand il arrive qu'une courbe C_k dans le plan simple contient $nk - \frac{1}{2}(k-1)(k-2)$ points fixes de la base du réseau des courbes C_n, le faisceau de courbes C_n déterminé par cette base et un point choisi au hasard sur C_k ne contient que des courbes C_n, qui se composent de C_k et d'une partie variable C_{n-k}. A ce faisceau de courbes doit donc correspondre dans le plan double un faisceau de droites dont le centre est un point fondamental k-ple de la transformation double et réciproquement. On trouve ainsi que les quantités $\alpha_{i'}$ et β_k se correspondent; ainsi que l'équation 7) se change en

$$N = n^2 - 1 - \sum_1^s k^2 \beta_k ,$$

une équation qui donne la valeur de N, aussitôt que l'on a trouvé les points β, qui, n'appartenant pas à la base des courbes C_n, sont néanmoins des points fondamentaux de la transformation conjuguée.

Ce dernier résultat, qui se trouve déjà dans le mémoire de M. de Paolis (*) dans la forme (7), doit terminer ma communication, l'espace ne me permettant pas de traiter encore de la transformation conjuguée dans l'espace.

(*) Quand on représente l'ordre de la courbe qui est dans le plan simple le lieu des points p qui coïncident avec leurs points conjugués $\mathfrak{p}$ (la hessienne du réseau des courbes C_n) par v, on trouve avec M. de Paolis (p. 517, ligne 2) l'équation

$$v = 3(n-1) - \Sigma k \beta_k$$

Et dans le cas que le genre du réseau est l'unité, v étant égale à $2n$, on a encore

$$\Sigma k \beta_k = n - 3.$$

M. LAISANT

Député de la Loire-Inférieure, Docteur ès sciences mathématiques.

SUR LA TRANSFORMATION EXPONENTIELLE.

— Séance du 1er septembre 1879. —

1. — Supposons qu'un point Z d'un plan, rapporté à des coordonnées rectangulaires, ait pour abscisse x et pour ordonnée y, si bien que $OZ = z = x + yi$.

Si de ce point nous en déduisons un autre, Z′, déterminé par la relation $OZ' = z' = e^z$, il en résultera une corrélation digne de remarque entre les propriétés des points Z et ceux de leurs transformés Z′.

2. — Tout d'abord, si nous appelons r, θ, les coordonnées polaires de Z rapporté à la même origine, en prenant l'axe des x pour axe polaire; puis x', y', r', θ', les coordonnées correspondantes de Z′, nous obtiendrons évidemment les relations ci-après :

$$z = x + yi = r\varepsilon^{\theta}, \qquad z' = x' + y'i = r'\,\varepsilon^{\theta'},$$

$$r'\,\varepsilon^{\theta'} = e^{x+yi} = e^x\,\varepsilon^y, \qquad r' = e^x,\ \theta' = y$$

$$x = \mathrm{l}r', \qquad y = \theta',$$

$$r\cos\theta = \mathrm{l}r', \qquad r\sin\theta = \theta'$$

$$r' = e^{r\cos\theta},\ \theta' = r\sin\theta, \qquad r = \sqrt{(\mathrm{l}r')^2 + \theta'^2}, \qquad \theta = \operatorname{arc\,tg}\frac{\theta'}{\mathrm{l}r'},$$

$$y = \operatorname{arc\,tg}\frac{y'}{x'}, \qquad x = \mathrm{l}\sqrt{x'^2 + y'^2}.$$

Ces diverses formules de transformation peuvent être utiles dans certains cas.

3. — Nous appellerons *transformation exponentielle* la transformation que nous venons d'indiquer, et qui est définie par la formule $z' = e^z$. Nous remarquerons qu'elle est uniforme; en effet, dans les formules précédentes, nous avons posé $\theta' = y$ tandis qu'il semble qu'on aurait dû écrire $\theta' = y + 2k\pi$; mais au point de vue géométrique, cela fera toujours retomber sur le même point Z′, quelle que soit la valeur entière attribuée à k.

4. — Établissons tout d'abord une propriété bien connue, beaucoup plus générale que la transformation exponentielle, et s'appliquant à toutes les transformations qui s'expriment par une fonction ayant une dérivée bien déterminée. Nous voulons parler de la *conservation des angles*. Si

$z' = f(z)$, et si nous venons à faire subir au point Z un déplacement infiniment petit exprimé par dz, nous aurons pour le déplacement correspondant de Z',

$$dz' = f'(z)\ dz.$$

Si maintenant nous donnons à z un autre accroissement géométrique δz, nous aurons

$$\delta z' = f'(z)\ \delta z.$$

De là, par division,

$$\frac{dz'}{\delta z'} = \frac{dz}{\delta z},$$

Ce qui montre bien que l'angle des deux éléments dz' et $\delta z'$ sera le même que celui de dz et de δz.

5. — Nous remarquerons maintenant une propriété qui résulte évidemment du mode même de transformation $z' = e^z$, indépendamment de toute autre formule. C'est que si une série de points Z forment une progression par différence, leurs transformés Z' formeront une progression par quotient.

Or on sait que des points formant une progression par différence sont des points équidistants situés sur une ligne droite ; et des points formant une progression par quotient sont situés sur une spirale logarithmique ayant pour pôle l'origine, aux extrémités de rayons vecteurs formant des angles successifs égaux.

Donc, toute ligne droite se transformera en une spirale logarithmique ayant pour pôle l'origine.

6. — Nous nous contenterons d'énoncer les remarques ci-après, qui sont évidentes, dès qu'on examine les formules de transformations établies plus haut.

L'origine O se transforme en un point O' situé sur l'axe des x, à une distance égale à l'unité, dans le sens positif.

A toute droite parallèle à l'axe des x, correspond comme transformée une droite issue de l'origine. A l'axe des x correspond l'axe des x.

A toute droite parallèle à l'axe des y, correspond une circonférence ayant pour centre l'origine.

Tous les points qui s'éloignent indéfiniment dans le sens des x négatifs ont pour transformés des points qui tendent indéfiniment à se rapprocher de l'origine.

Une suite de droites parallèles entre elles se transforme en une suite de spirales logarithmiques homothétiques par rapport au pôle. L'angle sous lequel une spirale coupe ses rayons vecteurs et de même que l'angle

sous lequel la droite, dont cette spirale est la transformée, coupe l'axe des x. Ceci résulte directement de la propriété du n° 4.

7. — Le *rapport géométrique* de deux droites OB′, OA′ peut se représenter par l'arc de spirale logarithmique A′ B′ (ayant le pôle pour origine). A ce point de vue, nous devons considérer comme égaux géométriquement les arcs de spirales A′ B′, A'_1 B'_1, A'_2 B'_2,. . . . . lorsque les triangles O A′ B′, O A'_1 B'_1, O A'_2 B'_2, ... seront directement semblables.

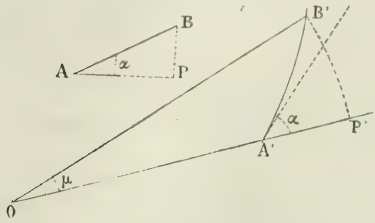


Fig. 17.

Supposons que A, B, soient les points qui, transformés, deviendraient A′, B′. Soient $\frac{\text{gr O B}'}{\text{gr O A}'} = m$, et angle A′ O B′ $= \mu$.

Alors $\frac{\text{O B}'}{\text{O A}} = m\,\varepsilon^{\mu}$.

Puisque OB′ $= e^{\text{OB}}$, OA′ $= e^{\text{OA}}$, nous aurons $m\varepsilon^{\mu} = e^{\text{AB}}$, d'où AB $= \text{l}\,m + \mu\,i$.

$$\text{gr AB} = \sqrt{(\text{l}\,m)^2 + \mu^2}, \quad \text{inc AB} = \alpha = \text{arc tg}\frac{\mu}{\text{l}m}$$

Cette dernière valeur, à cause de la conservation des angles, est précisément l'angle d'inclinaison de l'arc de spirale A′ B′ sur ses rayons vecteurs, ou plus simplement *l'inclinaison de* A′ B′.

Quant à gr AB, c'est ce que nous pourrons appeler la *grandeur logarithmique* de l'arc A′ B′, grandeur qui ne varie pas, si l'angle A′OB reste constant, ainsi que le rapport $\frac{\text{gr OB}'}{\text{gr OA}'}$. Nous la désignerons par la notation grl A′B′.

Le point A′ restant fixe, si la grandeur logarithmique varie seule, l'inclinaison restant fixe, nous aurons $\frac{\mu}{\text{l}m} =$ const. et le point B′ ne pourra que se déplacer sur la même spirale.

Si au contraire, l'inclinaison variant, la grandeur logarithmique reste constante, il vient $\mu^2 + (\text{l}m)^2 =$ const. et le point B′ décrit une trajectoire orthogonale de toutes les spirales (de pôle O) issues du point A′. Cette courbe, transformée exponentielle d'une circonférence de centre A, pourrait s'appeler *circonférence exponentielle*, de même qu'une spirale logarithmique de pôle O pourrait être désignée *droite exponentielle*.

Ces transformées de circonférences peuvent, suivant les cas, présenter dans leur forme une complication plus ou moins grande.

8. — Un arc A′ B′ de spirale étant donné, cherchons à exprimer qu'un

troisième point C′ est situé sur la même spirale. Si nous considérons les points A, B, C, dont A′, B′, C′ sont les transformés, ces points A, B, C devront être en ligne droite, c'est-à-dire qu'on aura

$$AC = u\,AB, \text{ ou } OC = (1-u)\,OA + u\,OB;$$

De là, en se rappelant que $OC' = e^{OC}$, $OA' = e^{OA}$, $OB' = e^{OB}$, on obtient

$$OC' = OA'^{1-u} \,.\, OB'^{u}, \quad \text{ou} \quad \frac{OC'}{OA'} = \left(\frac{OB'}{OA'}\right)^{u}.$$

9. — Comme nous l'avons remarqué déjà, la transformation exponentielle est uniforme ; c'est-à-dire qu'à un point Z correspond un point Z′ et un seul. Mais la transformation inverse, ou transformation logarithmique, ne l'est pas ; car un point Z′ peut être le transformé d'une infinité de points Z, ayant même abscisse et dont les ordonnées diffèrent de multiples entiers de 2π. Si on suppose que le plan est partagé en bandes par l'axe des x et des parallèles à cet axe, successivement distantes de 2π, l'une quelconque de ces bandes se trouve représentée par le plan tout entier, dans la transformation exponentielle.

Si donc on veut, sans ambiguité ni confusion, étudier la transformation d'une figure donnée, il faut la supposer ramenée à l'une de ces bandes, la première par exemple. Cela est tout à fait simple s'il s'agit d'une figure finie. Dans le cas contraire, il importera dans chaque cas particulier, de bien examiner la correspondance entre les divers points des deux figures, pour éviter toute erreur.

10. — De ce qui précède, et sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans plus de détails, on conclut immédiatement qu'à toute propriété d'une figure plane comprenant des points et des droites correspond une propriété analogue de la figure transformée, qui comprendra des points et des spirales logarithmiques ayant l'origine pour pôle.

C'est évident pour les propriétés descriptives ; et quant aux propriétés métriques, la notion de la grandeur logarithmique d'un arc de spirale, que nous avons donnée plus haut, permettra de formuler les théorèmes.

Si, dans l'énoncé d'une propriété, il n'entre exclusivement que la notion d'angle, nous obtiendrons, pour la propriété transformée, non seulement une analogie, mais même une véritable identité de forme, puisque les angles se conservent dans la transformation.

A titre d'exemples, nous citerons un très petit nombre de propriétés, parmi les plus simples. On pourrait faire la même opération sur toutes celles qu'on rencontre en géométrie plane.

1. — Les trois droites AA_1, BB_1, CC_1 qui joignent les sommets d'un triangle aux milieux des côtés opposés se rencontrent en un même point G, qui divise au tiers chacune des droites AA_1, BB_1, CC_1.

1. — Soit un triangle ABC formé par trois arcs de spirales logarithmiques de même pôle O. Soit OA_1 la bissectrice de BOC, laquelle coupe l'arc BC en A_1 ; soient de même B_1, C_1, deux autres points analogues :

Les trois arcs de spirales AA_1, BB_1, CC_1 se rencontrent en un même point G ; et OG divise au tiers chacun des angles A_1OA, B_1OB, C_1OC.

2. — Soit ABC un triangle rectangle en A ; le carré de BC est égal à la somme des carrés de AB et AC.

2. — Soit ABC un triangle formé par trois arcs de spirales (de même pôle) et rectangle en A ; le carré de la grandeur logarithmique de BC est égal à la somme des carrés des grandeurs logarithmiques de AB et AC.

3. — La somme des angles d'un polygone convexe est égale à autant de fois deux angles droits que ce polygone a de côtés, moins deux.

3. — La somme des angles d'un polygone convexe formé par des arcs de spirales (de même pôle) est égale à autant de fois deux angles droits que ce polygone a de côtés, moins deux.

4. — Si par les deux extrémités d'une droite AB, on mène des droites telles que la somme des angles A, B, soit constante, le lieu de leurs points de rencontre sera la trajectoire orthogonale d'un système de droites issues d'un même point (circonférence).

4. — Si par les deux extrémités d'un arc de spirale AB on mène des spirales (de même pôle) telles que la somme des angles A, B soit constante, le lieu de leurs points de rencontre sera la trajectoire orthogonale d'un système de spirales issues d'un même point (circonférence exponentielle).

11. — Il est clair, d'après ce qui précède, qu'on pourrait considérer, non seulement des circonférences exponentielles, mais des coniques exponentielles, et en général des figures exponentielles quelconques, qu'on définirait exactement par des modes de génération analogues à ceux des figures ordinaires, et qui conduiraient à des propriétés correspondantes.

12. — Si le point Z décrit une courbe et possède à un moment donné la vitesse ZV, il est aisé d'obtenir la vitesse Z'V' du point correspondant Z'.

En effet, de $z' = e^z$ nous tirons $dz' = z'\,dz$,

$\frac{dz'}{dz} = \frac{Z'V'}{ZV} = z' = \frac{OZ'}{OO'}$, O' étant le transformé de l'origine ($OO' = 1$).

De là une construction extrêmement simple pour obtenir Z'V', connaissant ZV.

13. — Soit (M) une courbe dont le rayon de courbure en M est

$MC = \rho$; soit de plus $OM = r$ le rayon vecteur; si par l'origine O nous menons OP parallèle à CM, et si nous portons sur cette droite une longueur $OP = k\sqrt{\frac{\rho}{r}}$, il est facile de voir à quelle intégration se ramènera la quadrature de la courbe (P). Nous aurons en effet, en appelant r_1, θ_1 les coordonnées de P,

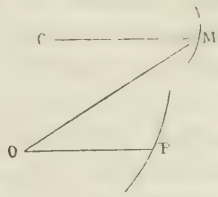


Fig. 18.

$$\frac{1}{2}r_1^2\, d\theta_1 = \frac{1}{2}k^2\frac{\rho}{r}d\theta_1 = \frac{1}{2}k_1\frac{1}{r}\frac{ds}{d\theta_1}d\theta_1 = \frac{1}{2}k^2\frac{ds}{r}.$$

Ainsi, chaque fois qu'on saura intégrer $\int\frac{ds}{r}$, on aura la quadrature de la courbe (P).

Ce problème revient encore à la rectification de la courbe (N) transformée logarithmique de (M) ; c'est-à-dire d'une courbe dont (M) serait la transformée exponentielle.

En effet $OM = r\varepsilon^{\theta}$

$$ON = l.\ OM = lr + \theta i$$

$$d.\ ON = \frac{d.\ OM}{OM} = \frac{dr}{r} + i\, d\theta$$

$$\text{gr}\ d.\ ON = \sqrt{\frac{dr^2}{r^2} + d\theta^2} = \frac{ds}{r}.$$

Si l'équation de (M) est $f(r, \theta) = o$, celle de (N) sera $f(e^x, y) = o$. Si l'équation de (M) est $F(x, y) = o$, celle de (N) sera

$$F(e^x \cos y,\quad e^x \sin y) = o.$$

M. Paul GUIEYSSE
Ingénieur hydrographe de la Marine, Répétiteur à l'École Polytechnique.

ÉTUDE SUR LES SONDAGES.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

I. *Sondes à grande profondeur. — Détermination des courants de surface en pleine mer et des courants de fond. — Sondes d'atterrissage.*

§ 1. La question de la forme du fond de l'Océan, qui a occupé de tous temps les marins, a pris une très grande importance depuis l'emploi

des câbles télégraphiques, et les recherches de physique générale et d'histoire naturelle entreprises dans ces dernières années. Un travail très important du commandant Davys, de la marine anglaise, publié en 1862, avait fait connaître les résultats acquis jusqu'à cette époque, en coordonnant et discutant les observations sérieuses qui avaient pu être recueillies; la première conséquence en a été de reconnaître la nécessité de l'emploi ultérieur d'un mode de sondage absolument uniforme quant au procédé employé, à la dimension de la ligne de sonde et au poids moteur.

M. l'ingénieur hydrographe Bouquet de la Grye, qui a traduit la brochure du commandant Davys, et l'a fait suivre d'un travail original sur cette question, est arrivé aux mêmes conclusions que cet officier. Sans entrer dans un exposé ou une discussion qui ne seraient pas ici à leur place, il convient pourtant de rappeler que, pour opérer les sondages, on laisse glisser du bord un fort poids suspendu au bout d'une ligne mince; on compte les intervalles de temps que des longueurs fixes de ligne, 100 mètres par exemple, mettent à filer, et on reconnaît que le fond est atteint quand on observe une diminuation notable de vitesse; c'est ce moment qu'il est quelquefois difficile d'observer surtout quand les profondeurs atteignent 5 à 6,000 mètres.

Quand la mer est un peu forte, il y a à craindre des différences dans la vitesse de déroulement de la ligne et même des ruptures; de plus les treuils sur lesquels la ligne est enroulée n'en portent pas toujours une longueur suffisante, ainsi que le prouvent plusieurs observations publiées, et l'on perd la continuité de l'observation en ajoutant une nouvelle ligne à la première. On remédie à l'un de ces inconvénients en faisant passer la ligne sur une poulie suspendue à une des vergues du bâtiment par un très fort caoutchouc; les chocs sont ainsi évités en partie; on pourrait encore en atténuer l'effet et de plus suppléer à l'insuffisance de longueur de la ligne en en disposant une longueur de 8,000 mètres environ sur un fort treuil mis en rapport avec la machine à vapeur du bord; la ligne passerait de là sur une roue légère de grand diamètre sur laquelle elle ferait 3 ou 4 tours au plus, puis sur la poulie suspendue à l'accumulateur comme à l'ordinaire. La machine à vapeur ferait toujours tourner le treuil de manière que la ligne ne fût jamais tendue entre le treuil et la roue, et que le plomb de sonde n'eût à détruire dans sa descente que la résistance de cette roue, qui serait très faible et dans tous les cas constante. Un compteur ordinaire à dents disposé sur l'axe de la roue ferait en outre connaître mécaniquement les longueurs filées, et les intervalles de temps correspondants.

Une des grandes difficultés des sondages consiste dans le remontage des plombs de sonde, surtout quand ils dépassent 100 ou 200 kilog.; cela

cause une grande perte de temps, nécessite l'emploi de lignes de grand diamètre, ce qui est une mauvaise circonstance pour la descente et produit souvent des ruptures de lignes; plusieurs systèmes de sondeurs à déclic, permettant de laisser au fond le poids moteur ont été employés; le plus en usage est le sondeur Brooke, mais il a l'inconvénient de coûter fort cher, les poids abandonnés étant en plomb; le déclic à crochet de M. Bouquet de la Grye permet l'emploi plus simple des gueuses en fonte qui se trouvent à bord de tous les bâtiments, de sorte que l'inconvénient du remontage de masses pesantes à bord peut être toujours supprimé. Nous nous placerons donc, dans ce qui va suivre dans les conditions générales indiquées par cet ingénieur : un plomb moteur de 280 kilos dans l'eau, formé par la réunion de gueuses en fonte, et une ligne de sonde de 21 mill. de circonférence, pesant 41 grammes au mètre courant et 7 grammes dans l'eau; et nous examinerons d'abord la question au point de vue le plus général.

Soit x la profondeur, P le poids du sondeur dans l'eau, p et p' le poids du mètre courant de la ligne dans l'eau et dans l'air; la force motrice est $P+px$, diminuée de certaines résistances qui sont les suivantes :

1° La résistance de l'eau au mouvement du plomb de sonde, qui se compose de deux parties, celle due à la section droite du sondeur proportionnelle au carré de la vitesse, et celle due au frottement latéral, que nous supposerons proportionnelle aussi au carré de la vitesse, de sorte que ces deux résistances se composent en une seule $a\frac{dx^2}{dt^2}$.

2° La résistance due au frottement de la ligne dans l'eau; si b en désigne la valeur par mètre courant, elle sera de la forme $bx\,\frac{dx^2}{dt^2}$

3° Enfin celles dues à l'inertie du treuil de rayon r, au frottement sur les tourillons, sur la poulie, etc.; elles sont toutes de même forme, et nous les comprendrons dans le moment d'inertie I du treuil.

Prenons les moments par rapport à l'axe du treuil; nous avons :

$$\frac{r\,(P+px)}{g}\,\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{I}{r}\cdot\frac{d^2x}{dt^2}=(P+px)\,r-(a+bx)\frac{dx^2}{dt^2}.\,r$$

Ce moment d'inertie du treuil n'est pas constant; il se compose d'une partie fixe, P', poids du treuil, de la poulie, etc., et d'une partie variable, le poids de la longueur l de la ligne enroulée, longueur supérieure à la profondeur cherchée; nous pouvons considérer sensiblement le treuil comme un cylindre dont la section droite serait une circonférence pesante de rayon r correspondant à la position moyenne

de la ligne, e qui donne : $I = \left(P' + p'(l-x)\right)\frac{r^2}{g}$,

d'où pour l'équation du mouvement :

$$\frac{1}{g}(P + px)\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{1}{g}\left(P' + p'(l-x)\right)\frac{d^2x}{dt^2} = (P + px) - (a + bx)\frac{dx^2}{dt^2}$$

d'où, en posant $P + P' + p'l = Q$ et $p'-p = q$,

$$(1) \qquad \frac{d^2x}{dt^2}(Q - qx) = g(P + px) - g(a + bx)\frac{dx^2}{dt^2}$$

En prenant comme variable auxiliaire $V = \frac{dx}{dt}$, on obtient une équation linéaire en V^2

$$(2) \qquad \frac{dv^2}{dx} + g\frac{(a + bx)}{Q - qx}V^2 = g\frac{P + px}{Q - qx}$$

dont la solution est :

$$(3) \quad V^2 = 2ge^{-2g\int\frac{a+bx}{Q-qx}dx}\left[\int\frac{P + px}{Q - qx}e^{2g\int\frac{a+bx}{Q-qx}dx}.dx + C\right]$$

Les intégrales indiquées ne peuvent s'obtenir qu'avec approximation; sans entrer dans le détail d'un calcul fort long, dont la marche et la méthode sont indiquées dans une note sur cette question, traitée dans le cas simple où l'on ne tient pas compte de l'inertie du treuil (Congrès du Havre 1877), nous ferons remarquer que la méthode la plus simple consiste à remplacer dans $\int\frac{a + bx}{Q - qx}dx = -\frac{bx}{q} - \frac{Q\,b + qa}{q^2}\,l\left(1 - \frac{qx}{Q}\right)$ le log. $\left(1 - \frac{qx}{Q}\right)$ par le développement,

$$\frac{qx}{Q}\left(1 + \frac{qx}{2Q} + \frac{q^2x^2}{3Q^2} + \cdots\right)$$

Avec nos données numériques, $\frac{qx}{Q}$ est toujours très faible, même pour une profondeur de 10,000 mètres.

En ne prenant d'abord que le premier terme, la formule générale montre que cela revient à supposer négligeable le frottement de la ligne, devant celui du sondeur, ce qui n'est exact que pour des profondeurs ne dépassant pas 1,000 mètres tout au plus, et l'on a pour la vitesse, la formule dont nous aurons occasion de nous servir ultérieurement :

$$(4) \qquad V^2 = \frac{P}{a}\left(1 - e^{-\frac{2\,gax}{Q}}\right).$$

Ce serait du reste celle d'un corps tombant librement dans l'eau, et comme première approximation nous voyons que les carrés des vitesses pour des sondeurs différents sont indépendants de la ligne de sonde, et proportionnels au poids des sondeurs.

Comme seconde approximation, conservons le second terme du développement de log. $\left(1 - \frac{qx}{Q}\right)$, ce qui revient pour des profondeurs de 10,000 mètres à négliger une fraction de valeur maximum $\frac{1}{20}$ devant l'unité; nous avons dans les intégrales des termes de la forme $\int \frac{e^{\alpha y^2}}{\beta - \gamma y} dy$, qui, avec les valeurs numériques des coefficients employés, peuvent se développer en séries très convergentes; de plus, pour ne pas surcharger inutilement la formule, nous négligerons devant Qb, le terme qa, a et b étant de même ordre de grandeur, et q étant très faible devant Q; nous avons ainsi la relation :

$$(5) \qquad V^2 = \frac{P}{bx + a} + \frac{Qp + Pq}{Qb}$$

$$- \left(\frac{P}{a} + \frac{Qp + Pq}{Qb}\right) e^{\frac{ga^2}{Qb}} \cdot e^{-\frac{g}{Qb}(bx + a)^2}$$

De plus, cette formule s'appliquant aux grands fonds, le terme a est complétement négligeable devant bx, pour le troisième terme au moins, et la formule se réduit à

$$(5') \qquad V^2 = \frac{P}{bx + a} + \frac{Qp + Pq}{Qb}$$

$$- \left(\frac{P}{a} + \frac{Qp + Pq}{Qb}\right) e^{-\frac{gbx^2}{Q}}$$

Quand la résistance est rendue constante et très faible par l'emploi de la roue de poids P″ que nous avons indiquée, la formule devient, en posant $P_1 = P + P''$,

$$(6) \qquad V_1^2 = \frac{P}{bx + a} + \frac{(P_1 - P)p}{P_1 b}$$

$$- \left(\frac{P}{a} + \frac{(P_1 - P)p}{P_1 b}\right) e^{\frac{ga^2}{P_1 b}} \cdot e^{-\frac{g}{P_1 b}(bx + a)^2}$$

En général, le terme $\frac{(P_1 - P)\,p}{P_1\,b}$ peut se négliger devant $\frac{P}{a}$, et la formule peut se réduire pour des profondeurs suffisantes à :

$$(6') \qquad V_1^2 = \frac{P}{bx+a} + \frac{(P_1 - P)\,p}{P_1\,b} - \frac{P}{a}\; e^{-\frac{gbx^2}{P_1}}$$

et même à :

$$(6'') \qquad V_1^2 = \frac{P}{bx} + \frac{(P_1 - P)\,p}{P_1\,b} - \frac{P}{a}\; e^{-\frac{gbx^2}{P_1}}$$

Nous voyons que cette vitesse n'est jamais nulle pour des valeurs infinies de x, elle a pour limite :

$$\sqrt{\frac{(P_1 - P)\,b}{Pp}}$$

Enfin, si nous supposons la résistance nulle, ce qui pourrait s'appliquer à des sondages faits en embarcation, et où la ligne, au lieu d'être posée sur un treuil, serait simplement lovée au fond du bateau et se déroulerait sans résistance, on aurait la formule :

$$(7) \qquad V_2^2 = \frac{P}{bx+a} - \frac{P}{a}\, e^{\frac{ga^2}{Pb}} \cdot e^{-\frac{g\,(bx+a)^2}{P\,b}}$$

que nous avons établie dans notre première note et en négligeant pa devant Pb.

Ces formules (6) et (7) qui répondent le plus souvent aux données pratiques sont du reste encore plus rigoureuses que la formule (5), car dans le développement logarithmique correspondant, la valeur maximum de la fraction négligée est $\frac{1}{48}$.

Mais il faut bien remarquer que ces formules, avec les simplifications introduites, ne sont applicables qu'à partir d'une profondeur de 3 à 400 mètres au moins; pour leur donner toute la généralité possible, il faudrait y rendre aux différents termes tout leur développement, complication fort inutile, puisque la difficulté des sondages ne commence réellement qu'à partir d'une profondeur d'environ 1,000 mètres.

Cherchons maintenant les vitesses observées quand le fond sera atteint; l'équation générale du mouvement se réduira dans le premier exemple traité à :

$$\frac{d^2x}{dt^2}\left(P' + p'l + (p' - p)x\right) = g\left(P + px\right) - g\left(a + bx\right)\frac{dx^2}{dt^2},$$

ou, en posant $P' + p'l = Q'$,

$$(8) \qquad \frac{d^2x}{dt^2}\left(Q' - qx\right) = gpx - gbx\frac{dx^2}{dt^2}$$

Ile donnera de même, en prenant comme variable $U = \frac{dx}{dt}$,

$$U^2 = p\left(\frac{1}{b} + C\,e^{-\frac{gbx^2}{Q'}}\right)$$

Quand le fond sera atteint, nous aurons à l'origine de cet instant $U = V$, d'où :

$$(9) \qquad U^2 = \frac{p}{b} + \left(V^2 - \frac{p}{b}\right)e^{-\frac{gbx^2}{Q'}}$$

nous aurons de même pour le second et le troisième cas :

$$(10) \qquad U_1^2 = \frac{p}{b} + \left(V_1^2 - \frac{p}{b}\right)e^{-\frac{gbx^2}{P'}}$$

et (11) $$U_2^2 = \frac{p}{b} + \left(V_2^2 - \frac{p}{b}\right)e^{-\frac{2gbx}{p}}$$

Ces trois valeurs différeront promptement fort peu de $\frac{p}{b}$, tandis que leurs valeurs initiales étaient fort voisines de $\frac{P}{bh}$, h étant la profondeur; l'on conçoit la difficulté d'apprécier la différence des vitesses quand h est assez grand pour que p diffère peu de $\frac{P}{h}$; mais on pourra toujours la rendre sensible en prenant des poids suffisamment lourds, ce qui n'a aucun inconvénient avec les déclics; les formules n'en seront que plus exactes; avec nos données où $p = 7^g$, on a $\frac{P}{h} = 28^g$ pour une profondeur de 10,000 mètres, la différence sera donc bien appréciable.

Ces formules permettent d'obtenir la relation entre le temps et l'espace parcouru :

La formule (5) donne les résultats suivants par des intégrations semblables à celles déjà employées :

$$(12) \qquad dt = \left[\frac{Q(bx+a)}{PQ+(Qp+Pq)x}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\times\left[1 - \frac{1}{2}\,\frac{P}{a}\cdot\frac{Q(bx+a)}{PQ+(Qp+qP)x}\cdot e^{-\frac{g(bx+a)^2}{Qb}}\right]^{-\frac{1}{2}}.dx$$

$$\text{et } (12') \qquad t = (bx+a)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{PQ+(Qp+qP)x}{Q}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\times\left[\frac{Q}{Qp+qP} - \frac{P}{4ag}\Big(PQ+(Qp+qP)x\Big)e^{-\frac{g}{Qb}(bx+a)^2}\right] + C$$

$$\text{avec} \qquad C = (aP)^{\frac{1}{2}}\left[\frac{Q}{Qp+qP} - \frac{P^2Q}{4ag}e^{-\frac{ga^2}{Qb}}\right].$$

La formule (6) de la résistance constante donne :

$$(13) \qquad dt = \left(\frac{P_1(bx+a}{PP_1-(P_1-P)px}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\times\left[1 + \frac{1}{2}\,\frac{P}{a}\cdot\frac{P_1\,(bx+a)}{PP_1+(P_1-P)px}\cdot e^{-\frac{g}{P_1b}(bx+a)^2}\right]dx$$

$$\text{et} \quad (13') \qquad t_1 = (bx+a)^{\frac{1}{2}}\left[\frac{PP_1+(P_1-P)px}{P_1}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\times\left[\frac{P_1}{(P_1-P)p} - \frac{P}{4ag}\Big(PP_1+(P_1-P)\,x\Big)e^{-\frac{g}{P_1b}(bx+a)^2}\right] + C_1.$$

$$\text{avec} \qquad C_1 = (aP)^{\frac{1}{2}}\left[\frac{P_1}{(P_1-P)\,p} - \frac{P_1P^2}{4ag}\,e^{-\frac{ga^2}{P_1b}}\right]$$

Quand la résistance est nulle, formule (7), on obtient les résultats beaucoup plus simples :

$$(14)\quad dt = \left(\frac{bx+a}{P}\right)^{\frac{1}{2}} \left[1 + \frac{1}{2}\,\frac{bx+a}{a}\, e^{-\frac{g}{Pb}(bx+a)^2}\right] dx$$

$$\text{et}\quad (14'')\quad \sqrt{P}\, t_2 = \frac{2}{3b}\left[(bx+a)^{\frac{3}{2}} - a^{\frac{3}{2}}\right]$$

$$- \frac{P}{4ag}\left[(bx+a)^{\frac{1}{2}}\, e^{-\frac{g}{Pb}(bx+a)^2} - a^{\frac{1}{2}}\, e^{-\alpha a^2}\right]$$

Dès que x est un peu grand, on peut prendre plus simplement :

$$(14'')\quad t_2 = \sqrt{\frac{b}{P}}\, x^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2x}{3} - \frac{P}{4g}\, e^{\frac{-gbx^2}{P}}\right)$$

Ce seraient ces formules que l'on emploierait, dans le cas où l'on pourrait, avec une résistance constante, négliger le terme $\frac{(P_1 - P)\,p}{P}$, ce qui se peut le plus souvent, et l'on a :

$$(13'')\quad t_1 = \sqrt{\frac{b}{P}}\, x^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2x}{3} - \frac{P_1}{4g}\, e^{\frac{-gbx^2}{P_1}}\right)$$

Du reste, ce que l'on observe, ce sont les valeurs successives de dt pour des valeurs de x successives et égales à 100 mètres, et pour avoir le temps total, il sera plus simple de faire la somme des résultats observés et enregistrés.

Quand le fond est atteint, les formules (9), (10) et (11) donnent :

$$(15)\quad d\theta = \sqrt{\frac{b}{p}}\left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{\left(V^2 - \frac{p}{b}\right)b}{p}\, e^{-\frac{gbx^2}{Q'}}\right) dx$$

$$(16)\quad d\theta_1 = \sqrt{\frac{b}{p}}\left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{\left(V_1^2 - \frac{p}{b}\right)b}{p}\, e^{-\frac{gbx}{P'}}\right) dx$$

$$(17)\quad d\theta_2 = \sqrt{\frac{b}{p}}\left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{\left(V_2^2 - \frac{p}{b}\right)b}{p}\, e^{-\frac{2gbx}{p}}\right) dx$$

$$\text{et} \quad (17') \quad \theta_2 = \sqrt{\frac{p}{b}}\left[x + \frac{1}{4g}\left(V_2^2 - \frac{p}{b}\right)\left(1 - e^{-\frac{2gbx}{p}}\right)\right]$$

On constatera que le fond est atteint, et c'est là le point délicat de l'observation, quand ces différences $d\theta - dt$, $d\theta_1 - dt_1$, $d\theta_2 - dt_2$ seront nettement différentes des intervalles observés précédemment. Il faut de plus remarquer que dans les formules (12), (13) et (14), le terme a est promptement négligeable devant bx, et la formule que l'on aura le plus souvent occasion d'employer sera la formule (13) du cas de la résistance constante, en négligeant $\frac{(P_1 - P)\,p}{P}$, ce qui donne :

$$(18) \qquad dt_1 = \sqrt{\frac{b}{b}}\, x^{\frac{1}{2}}\left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{bx}{a}\, e^{-\frac{gbx^2}{P'}}\right) dx$$

dont on comparera les valeurs avec les formules (16) ou (17).

Le rapport $\frac{d\theta_1}{dt_1}$ est à peu près $\sqrt{\frac{P}{px}}$, décroît avec la profondeur et aurait encore la valeur 2 pour une profondeur de 10,000 mètres.

Nous pouvons encore mentionner la valeur du temps donnée par la formule (4) de la première approximation de la vitesse, et dont nous aurons occasion de nous servir ; c'est

$$(19) \qquad t = \sqrt{\frac{a}{P}}\left[x + \frac{P}{4ag}\left(1 - e^{-\frac{2gax}{P}}\right)\right]$$

§ 2. Qu'arrivera-t-il maintenant si nous avons un courant superficiel de surface, ou un courant superficiel d'une certaine épaisseur? Ces courants existent en presque tous les points de l'Océan, et ont été mis depuis longtemps en évidence; les derniers, plus difficiles à observer, sont dus principalement au mouvement circulaire des eaux de température et densité différentes. Quand on sonde dans un de ces courants, que nous supposerons simplement horizontal (car si l'on voulait serrer la question de plus près, il y aurait lieu de diminuer la vitesse de chute du sondeur de la composante verticale du courant), la vitesse accusée par le treuil est plus grande que le cas ordinaire.

Quelquefois, quand on soupçonne l'existence d'un courant de surface ou de *dérive*, on fait passer la ligne du sondeur sur une bouée qui reste relativement fixe, pendant que le bâtiment obéit à la dérive, et l'on a la vitesse de cette dérive en prenant simplement la différence entre la vitesse observée et celle calculée ; mais l'on n'est jamais parfaitement sûr

du résultat, et les formules suivantes permettront de calculer la vitesse du courant avec une approximation suffisante.

1° *Courant superficiel ou de dérive.* — Le plomb de sonde décrit une trajectoire indiquée très sensiblement par la ligne de sonde ; soient x et y les ordonnées verticales et horizontales ; si β représente la vitesse horizontale de dérive, nous aurons :

$$y = \beta t \qquad dy = \beta dt \qquad d\varsigma^2 = dx^2 + dy^2.$$

et d'après les formules (6) et (7)

$$\frac{dx^2}{dt^2} = \frac{P}{bx + a} - \frac{P}{a}\, e^{\frac{ga^2}{P_1 b}}\, e^{\frac{-g}{P_1 b}(bx + a)^2}$$

l'on connaît d'après l'observation du bord la longueur ς de la ligne filée, puis le temps et par suite la profondeur correspondante ; nous allons chercher la relation entre ς, β et h.

Nous avons par élimination de dt et dy ;

$$\beta^2\, dx^2 = \left(\frac{P}{bx + a} - \frac{P}{a}\, e^{\gamma}\right)(d\varsigma^2 - dx^2),$$

$$\text{en posant } \gamma = a^2 - (bx + a)^2$$

d'où $$d\varsigma^2 = \left(\frac{P + \beta^2\,(bx + a)}{P} + \frac{\beta^2\,(bx + a)^2}{aP}\, e^{\gamma}\right) dx^2,$$

et $$d\varsigma = \left(\frac{P + \beta^2\,(bx + a)}{P}\right)^{\frac{1}{2}} \left[\, 1 + \frac{1}{2}\, \frac{\beta^2\,(bx + a)^2}{a\,(P + \beta^2\,(bx + a)}\, e^{\gamma}\right] dx,$$

d'où $$\varsigma = \int \left(\frac{1 + \beta^2\,(bx + a)}{P}\right)^{\frac{1}{2}} dx + \frac{\beta^2}{2\,a\,P}\, e^{\frac{g\,a^2}{Pb}}$$

$$\times \int \frac{(bx + a)^2}{\left[\, 1 + \frac{\beta^2}{P}\,(bx + a)\,\right]^{\frac{1}{2}}}\, e^{\frac{g\,(bx + a)^2}{P\,b}}\, dx.$$

Ces intégrales s'obtiennent facilement, la deuxième par approximation seulement, en posant successivement $\frac{\beta^2}{P}\,(bx + a) = y$, puis $y^2 = z$; elle se ramène à la forme $\int e^{az}\, z^n\, dz$, et donne une série très convergente, dont le premier terme seul est nécessaire ; on obtient :

$$\varsigma = \frac{2P}{3b\,\beta^2}\left(1 + \frac{3}{2}\,\frac{\beta^2}{P}\,(bx + a)\right) - \frac{\beta^2}{4ag}\,(bx + a) \tag{20}$$

$$\times \left(1 - \frac{1}{2}\,\frac{\beta^2}{P}\,(bx + a)\, e^{-\frac{g}{b\,P}(bx + a)^2}\right) + C$$

$$\text{avec} \quad C = \frac{-2P}{3b\,\beta^2}\left(1 + \frac{3}{2}\,\frac{a\,\beta^2}{P}\right) + \frac{\beta^2}{4g}\left(1 - \frac{1}{2}\,\frac{a\,\beta^2}{P}\right) e^{-\frac{ga^2}{b\,P}}$$

Mais le dernier terme de C est toujours très petit devant le premier, et celui-ci se réduit sensiblement à $\frac{2P}{3b\,\beta^2}$; de plus en laissant filer une longueur suffisante de ligne, on peut dans la valeur de ς négliger a devant bx, ou a donc finalement pour ς :

$$(21) \qquad \varsigma = x + \frac{1}{4}\,\beta^2\,bx^2\left(\frac{1}{P} - \frac{1}{ag}\,e^{-\frac{gbx^2}{P}}\right)$$

d'où pour une profondeur h,

$$(22) \qquad \beta^2 = \frac{4\,ag\,P\,(\varsigma - h)}{b\,h^2\left(ag - P\,e^{-\frac{g\,b\,h^2}{P}}\right)}$$

en général, on peut pour b assez grand, négliger le terme $e^{-\frac{gbh^2}{P}}$ d'où :

$$(23) \qquad \beta^2 = \frac{h\,P\,(\varsigma - h)}{b\,h^2}.$$

Nous allons retrouver cette formule par une autre considération, qui nous mènera plus simplement à une formule simple dans le cas d'un courant de fond, que la méthode de la composition des vitesses.

Quand le plomb de sonde descend sous l'influence de son poids et du courant de dérive, la ligne de sonde se courbe et la forme de la trajectoire du sondeur et celle de la ligne diffèrent fort peu de celle que prendrait la ligne considérée comme rigide et soumise à une flexion dont la flèche serait précisément l'espace parcouru par le bâtiment depuis le point où le sondeur a été jeté à l'eau et celui que l'on considère.

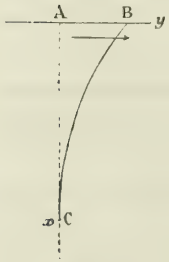


Fig. 19.

Avec les notations précédentes, et en appelant δ cette flèche, on a $\delta = \beta t$.

La formule générale de la flexion d'une tige de longueur h, encastrée en C est comme on le sait :

$$\frac{E\,I}{\rho} = P\,(h - x),$$

$$(24) \qquad \text{ou } (h - x) = \frac{E\,I}{P} \frac{\dfrac{d^2y}{dx^2}}{\left(1 + \dfrac{dy^2}{dx^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

En négligeant en première approximation $\frac{dy^2}{dx^2}$, on obtient :

$$y = \frac{P}{E\,I} \frac{x^2}{2}\left(h - \frac{x}{3}\right);$$

d'où pour la flèche observée :

$$\delta = \frac{P}{E\,I} \frac{h^2}{2}\left(h - \frac{h}{3}\right) = \frac{P}{E\,I} \cdot \frac{h^3}{3}$$

$$(24') \qquad \text{et } y = \frac{3\,\delta x^2}{2\,h^3}\left(h - \frac{x}{3}\right)$$

pour l'équation de la courbe;

d'où $$dy = \frac{3\,\delta}{2\,h^3}\left[h^2 - (h - x)^2\right] dx;$$

la valeur de la tangente en B est $\frac{dy}{dx} = \frac{3\,\delta}{2\,h}$, quantité fort petite en général, puisque l'on peut toujours prendre h assez grand, et que le courant ne dépassant jamais deux nœuds (1 nœud = 1,852 mètres), la vitesse β est au plus de 1 mètre par seconde, beaucoup plus faible que la vitesse de descente du plomb de sonde.

On en déduit

$$dS^2 = \frac{9\,\delta^2}{4\,h^6}\left[h^2 + (h - x)^2\right]^2 dx^2 + dx^2$$

et $$S = \int_0^h \sqrt{1 + \frac{9\,\delta^2}{4\,h^2}\left(1 - \left(1 - \frac{x}{h}\right)^2\right)^2} \cdot dx$$

ou en posant $$1 - \left(1 - \frac{x}{h}\right)^2 = z^2$$

$$S = h \int_0^1 \sqrt{1 + \frac{9\,\delta^2}{4\,h^2} z^4} \cdot \frac{z\,dz}{\sqrt{1 - z^2}}.$$

En général, cette intégration mènerait à une intégrale elliptique,

mais d'un côté on a toujours $z < 1$, et $\gamma = \left(\frac{3\,\delta}{2\,h}\right)^2$ est très petit, on en déduit en développant le radical :

$$S = h \int_0^1 \left(1 + \frac{1}{2}\,\gamma\, z^4 - \frac{1}{8}\,\gamma^2\, z^8 - \right) \frac{z\,dz}{\sqrt{1-z^2}}$$

or $\int_0^1 \frac{z\,dz}{\sqrt{1-z^2}} = 1$, $\int_0^1 \frac{z^5 dz}{\sqrt{1-z^2}} = \frac{4.2}{5.3}$, $\int_0^1 \frac{z^9 dz}{\sqrt{1-z^2}} = \frac{8.6.4.2}{9.7.5.3}$

ces coefficients vont en diminuant et sont respectivement facteurs de 1, $\frac{1}{2}\,\gamma$, $\frac{1}{8}\,\gamma^2$ etc. ; nous pouvons donc prendre simplement :

$$S = h\left(1 + \frac{8}{15}\cdot\frac{\gamma}{2} - \frac{128}{315}\cdot\frac{\gamma^2}{8}\,..\right)$$

(25) $$S = h\left(1 + \frac{3\,\delta^2}{5\,h^2} - \frac{9\,\delta^4}{35\,h^4} + \ldots\right)$$

on peut même en ne conservant que le second terme en déduire:

(26) $$\delta^2 = \frac{5\,h\,(S - h)}{3}, \text{ ou } \delta = 1{,}45\sqrt{h\,(S - h)}$$

et (27) $$\beta = \frac{1{,}45}{t}\sqrt{h\,(S - h)}.$$

Cette formule (27) est la même que la formule (23), dont elle diffère seulement par l'introduction d'une constante numérique, attendu que nous avons trouvé sensiblement par la formule (14″) $t^2 = m\,h^3$.

L'étude de la seconde approximation mène directement à une intégrale elliptique, mais est sans intérêt pour la pratique, par suite des conditions physiques où l'on se trouve placé.

2° *Courants de fond.* — Le commandant Davys pense que ces courants sont sans grande influence sur les sondages ; l'étude des observations de sondages publiées par cet officier met pourtant en évidence des irrégularités, auxquelles on ne peut guère attribuer d'autres causes, car elles sont trop fortes pour être mises sur le compte d'erreurs d'observations ; nous allons donc chercher quelle peut être l'influence d'un courant horizontal de fond sur les sondages, et en déduire la valeur de la vitesse moyenne de ce courant.

Soient $h = AB'$ et $2e = B'D'$ l'épaisseur de la zone du courant ; ces quantités sont données par l'observation des intervalles de temps, pendant lesquels il y a désaccord entre les vitesses observées et calculées. Arrivé en B', le plomb est dévié, entraîné en D, et la ligne suit la forme d'une tige flexible soumise à un effort moyen s'exerçant en C, au milieu de la zone. Nous retombons donc dans le cas précédent, en y remplaçant h par $h + 2e = h_1$, et nous avons, en conservant les mêmes notations pour la flèche DD' et la vitesse :

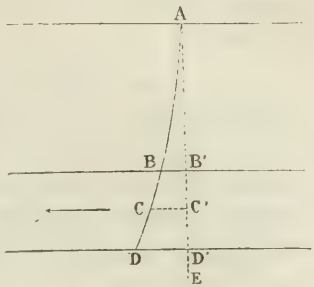


Fig. 20.

$$(28) \qquad S = \int_0^{h_1} \sqrt{1 + \frac{9\,\delta^2}{4\,h_1^2}\left(1 - \left(1 - \frac{x}{h}\right)^2\right)^2}\,dx.$$

$$= \int_0^1 \sqrt{1 + \frac{9\,\delta_2}{4\,h_1^2}\,z^4}\;\frac{z\,d\,z}{\sqrt{1 - z^2}}$$

Mais ici nous ne sommes pas toujours maîtres de développer le radical, vu que h_1 peut être comparable à δ ;

Nous avons ainsi une relation entre l'arc observé S et $\delta = \beta\theta$; mais l'usage des intégrales elliptiques n'est malheureusement pas assez répandu pour que ces formules soient souvent employées sous cette forme ; le plus souvent d'ailleurs, on pourra développer le radical, ce qui donnera la même formule que dans le premier cas.

On peut pourtant si la zone du courant se trouve dans la moitié supérieure de la profondeur totale ramener encore avec une approximation suffisante, le deuxième cas au premier ; en effet, à l'instant fourni par l'observation des intervalles de temps où le sondeur se trouve à une profondeur AE' double de AC', la ligne affecte une forme ACE, composée de deux parties symétriques AC et CE ; ce serait le cas d'une tige rigide d'une longueur indéfinie assujettie à glisser entre deux filières AE' et A'E, en étant maintenu toujours dans deux anneaux fixes, A et E, où les tangentes seraient verticales ; la longueur de l'arc AE serait donnée par la

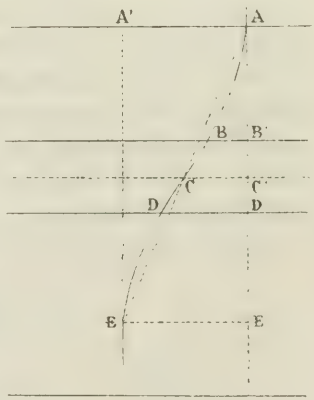


Fig. 21

même formule que précédemment, mais les limites de l'intégration seraient o et $2\,(h + e) = 2\,h_1$, ce qui permet alors le développement du radical.

3° *Des sondes d'atterrissage.* — Dans les parages dont les cartes hydrographiques sont parfaitement dressées, comme ceux de l'Atlantique à une certaine distance des côtes de France et d'Angleterre, les sondes sont très utiles pour fixer la position du bâtiment, quand par suite du mauvais temps, on est privé d'observations astronomiques ; on peut même arriver à entrer dans la rade de Brest, dont les abords sont si dangereux, uniquement par les sondes seules, quand les brumes privent du secours des phares. Dans ces sondages, le bâtiment reste sous voile ou sous vapeur ; le timonnier, placé le plus souvent à l'une des extrémités de la passerelle, lance le plomb le plus loin possible en avant, et raidit la ligne quand il s'estime placé à peu près sur la verticale du point de chute du plomb. — Il n'y a pas de corrections à opérer, si la ligne paraît verticale ; mais il arrive très fréquemment que la ligne paraît venir de l'arrière, ce qui est dû soit à la vitesse du bâtiment, soit à la présence d'un courant général de la mer. Nous allons établir la formule de correction dans le premier cas, réservant plus spécialement l'étude du second pour les sondes en embarcation par petits fonds.

Le plomb tombe avec une vitesse donnée par la formule (4), mais la profondeur qui n'excède jamais 200 mètres pour ce genre de sondage ne permet pas une observation suffisamment exacte du temps ; la vitesse du courant n'est pas non plus bien connue ; nous évaluerons alors la flèche BB′ en nous servant de l'angle α, qui peut être toujours convenablement observé, en disposant à l'extrémité de la passerelle un grand cercle en bois dont le zéro répond au diamètre vertical, ou plus simplement encore une traverse horizontale qui donne directement la tangente de cet angle ; nous voyons que nous sommes toujours dans le cas d'une barre rigide encastrée en B et soumise à une flexion.

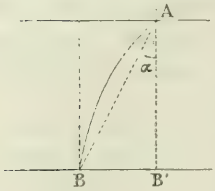


Fig. 22.

Nous avons toujours la formule (24′)

$$y = \frac{3\,\delta x^2}{2\,h^3}\left(h - \frac{x}{3}\right)$$

d'où

$$\frac{dy}{dx} = \frac{3\,\delta}{h^2}\left(x - \frac{x^2}{2h}\right)$$

et pour $x = h$, $\operatorname{tg}\alpha = \frac{3\delta}{2h}$, d'où $\delta = \frac{2}{3} h \operatorname{tg}\alpha$

et pour l'équation de la courbe :

$$y = \frac{x^2}{h^2} \operatorname{tg}\alpha \left(h - \frac{x}{3}\right). \tag{30}$$

Nous en déduisons les mêmes formules que plus haut (28) et (29), intégrales elliptiques que l'on pourra facilement transformer en tables à double entrée; mais comme l'angle α n'est jamais grand, pour que la sonde soit acceptable, on peut prendre la corde pour l'arc; dans cette hypothèse, on a pour $x = h$, $\delta = \frac{2}{3} h \operatorname{tg}\alpha$, et :

$\sigma = h \sqrt{1 + \frac{4}{9} \operatorname{tg}^2\alpha}$, σ représentant la corde sous-tendue ou la longueur de ligne filée.

d'où (31)
$$h^2 = \frac{\sigma^2}{1 + \frac{4}{9} \operatorname{tg}^2\alpha}$$

et même (32)
$$h = \sigma \left(1 - \frac{2}{9} \operatorname{tg}^2\alpha\right)$$

formules qui peuvent se réduire facilement l'une ou l'autre en tables, et permettent d'apprécier immédiatement, sans calcul, la sonde donnée par le timonnier, ce qui est un point très essentiel.

II. — Sondes en embarcation.

Ces sondes, qui sont le plus employées dans la confection des cartes hydrographiques et qui doivent par suite être faites avec toute la précision possible, s'opèrent au moyen d'un plomb de sonde ne dépassant pas 5 kilog., fixé au bout d'une ligne de 15 mil. environ de circonférence; elles subissent plusieurs corrections provenant de l'allongement de la ligne dans l'eau par les sondages, des hauteurs variables du niveau de l'eau dans les pays à marée, etc. Une autre cause d'erreur que nous allons étudier provient des courants qui modifient la forme de la ligne. Deux modes de sondages sont employés, suivant que le canot est mouillé au fond par un grappin ou continue sa course.

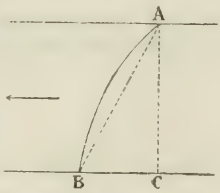


Fig. 23.

Dans le premier cas, le timonier lance le plomb en sens inverse du courant avec une longueur suffisante de ligne, et tend celle-ci quand il croit se trouver dans

la verticale du plomb, position que l'habitude peut certainement permettre de réaliser, ou bien il laisse filer librement le plomb qui tombe en un point C, tel que B C = β θ, θ étant le temps de chute et β la vitesse connue ou appréciée du courant (il est bien rare que dans des sondages en embarcation cette vitesse dépasse 4 nœuds, c'est-à-dire 2 mètres par seconde); puis il raidit la ligne et en apprécie la longueur quand il sent le plomb venir à la main.

Dans le second cas, le canot continuant à filer doucement sur son erre, le timonier fait tous ses efforts pour se placer comme précédemment dans la verticale du plomb, ce qui se fait plus sûrement que dans le cas du canot mouillé, et c'est à cet instant qu'il raidit la ligne et en appécie la longueur.

Examinons d'abord le premier cas, celui du canot mouillé, et cherchons la position d'équilibre d'une ligne pesante, partant d'un point fixe, suspendue dans un courant, et supportant un poids à l'extrémité libre.

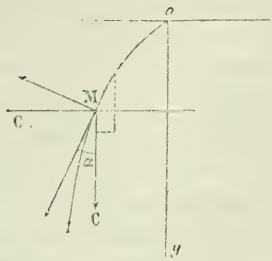


Fig. 24.

Le courant agit sur la ligne en exerçant une pression proportionnelle au carré de la vitesse et à la projection verticale de la ligne (*).

Nous aurons donc pour les équations d'équilibre, en désignant par p et q le poids dans l'eau de la ligne et la pression par mètre courant, α l'angle de la tangente avec la verticale, T la tension en M, et P le poids du plomb de sonde :

$$(1)\quad \begin{cases} pds\cos^2\alpha - qds\sin\alpha + \mathrm{T}d\alpha = o \\ pds\sin\alpha\cos\alpha + qds\cos\alpha + d\mathrm{T} = o \end{cases}$$

ou en projetant sur les axes horizontaux et verticaux :

$$(2)\quad \begin{cases} d\left(\mathrm{T}\dfrac{dx}{ds}\right) + qdy = o \\ d\left(\mathrm{T}\dfrac{dy}{ds}\right) + pds = o \end{cases}$$

Une première intégration donne :

$$(3)\quad \begin{cases} \mathrm{T}\dfrac{dx}{ds} = -q\,(y-c) \\ \mathrm{T}\dfrac{dy}{ds} = -p\,(s-c_1) \end{cases}$$

(*) Voir sur ce sujet un travail, de M. Hatt, ingénieur hydrographe de la marine, reposan

Au point de départ de la ligne, en O, on a :

$$(4) \qquad T_0\left(\frac{dx}{ds}\right)_0 = qc \qquad T_0\left(\frac{dy}{ds}\right)_0 = pc_1$$

qc et pc_1 représentent donc les composantes de la tension.

Or, p est faible par rapport à q ; et l'angle α est, en général, petit ; pour un angle de 45°, limite qui ne sera même jamais atteinte, on aurait $\frac{c_1}{c} = \frac{q}{p}$; nous voyons que $\frac{c}{c_1}$ est du même ordre en général que $\frac{p}{q}$.

Considérons une longueur s_1 de ligne en équilibre, et, soit y_1 la profondeur correspondante ; en négligeant d'abord la pression exercée par le courant sur la surface du plomb de sonde, il est évident qu'à l'endroit où est fixé le plomb, il y a équilibre entre l'action du courant et la composante horizontale de la tension, et que la tangente y est verticale ; nous aurons :

$$(5) \quad \begin{cases} \left(T\frac{dx}{ds}\right)_1 = o = -q\,y_1 + q\,c \\ \left(T\frac{dy}{ds}\right)_1 = P = -p\,s_1 + p\,c_1 \end{cases}$$

$$\text{d'où } c = y_1 \text{ et } c_1 = \frac{P}{p} + s_1, \text{ et } \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 = \frac{P + p s_1}{q y_1}$$

$$\text{d'où encore : (6) } y_1 = \left(\frac{P + p\,s_1}{q}\right) \operatorname{tg}\alpha_0$$

On peut, du reste, tenir compte de la pression exercée sur le plomb de sonde, si celui-ci a une surface comparable à celle de la ligne ; nous pouvons poser $P = p\,\sigma$, σ représentant une longueur convenable de ligne, et représenter aussi par η la longueur de ligne sur laquelle la pression exercée par le courant serait la même que sur le plomb.

Les questions (5) deviennent :

$$(5') \qquad \left(T\frac{dx}{ds}\right) = q\,(y_1 + \eta - y)$$

$$\left(T\frac{dy}{ds}\right) = p\,(\sigma + s_1 - s)$$

sur un autre mode de répartition de la pression. — *Annales hydrographiques, 1877*, 1e trimestre, p. 109.

d'où $$\left(\frac{dy}{dx}\right)_0 = \frac{p\,(\sigma + s_1)}{q\,(y_1 + \eta)}\,,\ \left(\frac{dy}{dx}\right)_1 = \frac{p\,\sigma}{q\,\eta}$$

et (6)' $$y_1 = \frac{p}{q}\,(\sigma + s_1)\,\mathrm{tg}\,\alpha_0 - \eta$$

Ces deux formules (6) ou (6') donnent la relation entre y_1 et s_1, sans que l'on ait besoin de connaître la forme de la courbe, pourvu que l'on puisse observer l'angle α_0, ce qui pourra se faire quand la mer est à peu près calme, avec une approximation suffisante, — ces formules se réduiront facilement en tables.

On voit que la profondeur y_1 obtenue avec une longueur donnée S_1 de ligne varie en raison inverse de l'intensité du courant et en raison directe du poids du sondeur (en négligeant $p\ s_1$) ; on peut donc toujours, avec un poids suffisant, atteindre une profondeur donnée.

Supposons, dans un courant déterminé, un sondeur de poids donné, on a à peu près :

$$y_1 = \frac{P}{q}\ \mathrm{tg}\alpha_0$$

par suite, en laissant filer une longueur suffisante de corde (ce qui fera varier α_0), on peut toujours atteindre, quel que soit q, une profondeur déterminée.

Mais dans bien des cas, l'observation de l'angle α sera difficile, il faut donc chercher la relation déduite de la nature de la courbe qui lie y_1 et s_1.

De (5') nous déduisons :

(7) $$\frac{dy}{dx} = \frac{p\,(s_1 + \sigma - s)}{q\,(y_1 + \eta - y)}$$

d'où $$q\,\frac{dy}{dx}\,(y_1 + \eta - y) = p\,(s_1 + \sigma - s)$$

et $$q\,\frac{d^2y}{dx^2}\,(y_1 + \eta - y) - q\,\frac{dy^2}{dx^2} = -\,p\,\frac{ds}{dx} = -\,p\,\sqrt{1 + \frac{dy^2}{dx^2}}$$

Posons (8) $y_1 + \eta - y = z$, ce qui revient à un changement d'origine,

Pour $y = o$, on a $y_1 + \eta = z_0$ et pour $y = y_1$, $z_1 = \eta$,

$$\text{et } \frac{dy}{dx} = -\frac{dz}{dx}$$

l'équation devient :

$$qz\,\frac{d^2z}{dx^2} + q\,\frac{dz^2}{dx^2} = p\,\sqrt{1 + \frac{dz^2}{dx^2}}$$

Posons $\frac{dz}{dx} = u$, d'où $\frac{d^2z}{dx^2} = u\frac{du}{dz}$; il en résulte :

$$\frac{dz}{z} = \frac{udu}{\frac{p}{q}\sqrt{1+u^2} - u^2} \tag{9}$$

Pour intégrer, posons $\sqrt{1+u^2} = v$, (v représente sécα) :

$$\frac{dz}{z} = \frac{vdv}{\left(v^2 - \frac{p}{q}v - 1\right)} \tag{10}$$

L'intégration se fait facilement; on a :

$$-\frac{dz}{z} = \frac{Adv}{v-\alpha} + \frac{Bdv}{v-\beta}$$

où α et β sont les racines de $v^2 - \frac{pv}{q} - 1 = 0, \frac{p}{2q} \pm \sqrt{1 + \frac{p^2}{4q^2}}$;

mais $\frac{p^2}{4q^2}$ est négligeable devant 1; d'où

$$\alpha = \frac{p}{2q} + 1 \qquad \beta = \frac{p}{2q} - 1$$

et l'on trouve aisément (11) $z^{\alpha-\beta} = C^2 \frac{(v-\beta)^\beta}{(v-\alpha)^\alpha}$

ou (11')

$$z^2 = \frac{C^2}{\left(\sqrt{1+\frac{dy^2}{dx^2}} - \frac{p}{2q} + 1\right)^{1-\frac{p}{2q}}\left(\sqrt{1+\frac{dy^2}{dx^2}} - \frac{p}{2q} - 1\right)^{1+\frac{p}{2q}}}$$

C étant une constante à déterminer d'après la position initiale.

Première approximation. — Supposons d'abord que $\frac{p}{q}$ soit négligeable devant 1, ce qui sera d'autant plus permis que le courant sera plus fort, et que la correction à apporter à la sonde sera plus nécessaire.

L'équation se réduit à :

$$z^2 = \frac{C^2}{\frac{dy^2}{dx^2}}$$

ou (12) $(y_1 + \eta - y)^2\, dy^2 = C^2\, dx^2$

équation différentielle de la parabole :

$$y^2 - 2\,(y_1 + \eta)\,y = -\,2\,C\,x,$$

de plus, en faisant $y = o$, on a :

$$C = (y_1 + \eta)\left(\frac{dy}{dx}\right)_0 = \frac{p}{q}\,(\sigma + s_1)$$

ou à très peu près $C = \frac{P}{q}$, P comprenant même, si l'on veut, outre le poids du sondeur, celui de la corde.

On a donc pour l'équation :

$$(13) \qquad y^2 - 2\,(y_1 + \eta)\,y + \frac{P}{q}\,x = o$$

Parabole dont le sommet S a pour coordonnées :

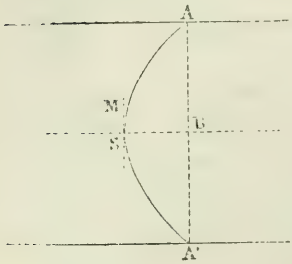


Fig. 25.

$$(14) \qquad \begin{cases} x_s = \dfrac{y_1 + \eta}{2}\,\mathrm{tg}\,\alpha_0 \\ y_s = y_1 + \eta \end{cases}$$

En transportant les axes au sommet, l'équation devient :

$$(15) \qquad y^2 + \frac{2\,P}{q}\,x = o$$

Or, quand une parabole est donnée par l'équation $y^2 = 2\,m\,x$, on a pour la longueur des arcs comptés à partir du sommet, la relation :

$$(16) \qquad S = y\,\frac{\sqrt{y^2 + m^2}}{2\,m} + \frac{m}{2}\,l\left(\frac{y + \sqrt{y^2 + m^2}}{m}\right),$$

les limites de y étant η et $y_1 + \eta$.

Cette formule peut aisément se prêter à la formation d'une table à double entrée dont les arguments seraient la longueur de l'arc et le rapport $m = \frac{P}{q}$, ou mieux, le poids du sondeur ; dans le cas où m est très grand, on pourrait développer les deux termes de S, et l'on arriverait à la formule :

$$(17) \qquad 2\,S = y\left(1 + \frac{qy}{P} - \frac{q^2}{2\,P^2}\,y^2\right)$$

encore en négligeant $\frac{q^2\,y^2}{2\,P^2}$ pour de petits fonds,

$$(18) \qquad y = \frac{P}{2q}\left(\sqrt{1 + \frac{2qS}{P}} - 1\right)$$

Mais on peut craindre que ces formules n'offrent pas toujours une exactitude suffisante, et la construction de la table est préférable.

Deuxième approximation. — Reprenons la formule (11), elle peut s'écrire puisque $\alpha - \beta = 2$,

$$(19) \qquad z = \frac{C}{v\left(1 - \frac{\beta}{v}\right)^{-\frac{\beta}{2}}\left(1 - \frac{\alpha}{v}\right)^{\frac{\alpha}{2}}}$$

v est toujours > 1 ; développons en négligeant les termes en $\frac{p^2}{q^2}$, nous avons simplement, en remplaçant

$$v \text{ par } \sqrt{1 + \frac{dz^2}{dx^2}}$$

$$z = \frac{C}{\sqrt{1 + \frac{d\,z^2}{dx^2}} - \frac{p}{q}}$$

d'où l'on déduit en se rapportant à la valeur de z

$$C = \sqrt{\frac{P^2}{q^2} + \eta^2} - \frac{p\,\eta}{q} \quad \text{ou sensiblement } C = \frac{P}{q}$$

d'où $$(20) \qquad dx = \frac{zdz}{\sqrt{\left(C + \frac{pz}{q}\right)^2 - z^2}}$$

En posant $\frac{C}{1 + \frac{p}{q}} = a$ et $\frac{C}{1 - \frac{p}{q}} = b$, cette relation devient,

$$(21) \qquad dx = \frac{zdz}{\sqrt{(z - a)(b - z)}}$$

L'intégration se fait facilement par l'une des formules de tranformation habituelle :

$$\sqrt{(z - a)(b - z)} = (z - a)\,u$$

et l'on en déduit immédiatement, par le calcul ordinaire :

$$x - C' = \frac{(a - b)\,u}{1 + u^2} - (a + b) \text{ arc tg} u,$$

ou (22) $$x - C' = \frac{2\,C\,u}{1+u^2} + \frac{2\,p\,C}{q}\,\text{arc tg}\,u,$$

formule dans laquelle $$u = \sqrt{\frac{\dfrac{C}{1-\dfrac{p}{q}} - z}{\dfrac{C}{1+\dfrac{p}{q}} + z}} = \frac{1 - \dfrac{q}{2\,P}\left(1-\dfrac{p}{q}\right)z}{1 + \dfrac{q}{2\,P}\left(1+\dfrac{p}{q}\right)z}.$$

C'est la longueur d'arc de cette courbe qu'il est utile d'avoir ; repartons de la formule (20) ; nous en déduirons :

$$ds^2 = dx^2 + dz^2 = \frac{\left(C + \dfrac{p}{q}\,z\right)^2 dz^2}{\left(C + \dfrac{p}{q}\,z\right)^2 - z^2}$$

d'où $$ds = \frac{p}{q}\int \frac{z\,dz}{\sqrt{\left(C+\dfrac{p}{q}\,z\right)^2 - z^2}} + C\int \frac{dz}{\sqrt{\left(C+\dfrac{p}{q}\,z\right)^2 - z^2}}.$$

Ces intégrales sont précisément celles que l'on a obtenues dans le calcul de x ; et l'on trouvera finalement, en prenant dans un des termes correctifs la tangente pour l'arc :

(23) $$s = C'' + \frac{p}{q}\sqrt{\frac{P^2 - q^2\,(y_1 + \eta - y)^2}{q^2}} + \frac{P}{q}\,\frac{P - (y_1 + \eta - y)}{p + (y_1 + \eta - y)},$$

formule dans laquelle C'' sera déterminée en faisant $s = s_1$ et $y = y_1$

d'où $$C'' = -\frac{p}{q}\sqrt{\frac{P^2 - q^2\,\eta^2}{q^2}} - \frac{P}{q}.$$

(24) ou à très peu près $$C'' = -\frac{P}{q}\left(1 + \frac{p}{q}\right).$$

Cette formule pourrait aussi se traduire par une table, mais la première approximation suffit amplement pour les besoins courants.

Ces formules s'appliqueront encore dans le cas où, le bateau étant mouillé, le plomb descendra librement sous l'influence de son poids et du courant ; la position du plomb de sonde répondra au sommet de la parabole ; mais on peut, comme nous l'avons dit, sonder autrement, et c'est même le cas le plus fréquent ; le timonier lance le plomb en sens inverse du courant, et ce plomb tombe dans la verticale du point de départ et le plus souvent au delà ; le timonier raidit la ligne et annonce la longueur filée quand le plomb cède à sa traction ; mais

alors le plomb est ramené vers la position d'équilibre que nous avons examinée d'abord et les mêmes formules sont applicables ; dans chacune de ces circonstances, l'angle α_0, dont l'appréciation peut toujours se faire, est l'angle correspondant à une tension éprouvée par le sondeur et telle que le plomb soit soulevé du fond.

Ce seront les formules (1) qui fourniront le plus simplement la loi de variation des tensions pour un point quelconque de la courbe ; en les divisant membre à membre, il vient :

$$(25) \qquad \frac{dT}{T} = \frac{p \sin\alpha \cos\alpha + q \cos\alpha}{p \cos^2\alpha - g \sin\alpha} d\alpha$$

d'où en posant $\sin\alpha = x$, $\cos\alpha \, d\alpha = dx$,

$$\frac{d\,T}{T} = \frac{-(px + q)\,dx}{px^2 + qx - p}$$

La valeur de T s'obtient par une intégration simple en décomposant le dénominateur en deux facteurs, et l'on trouve :

$$T^2 = \frac{C}{\left(\sin\alpha + \frac{q}{p} - 1\right)\left(\sin\alpha + \frac{q}{p} + 1\right)}$$

dans le cas de l'équilibre, qui est celui auquel se ramènent les autres, au point de suspension du plomb, on a $\alpha = o$, et $T_1 = P$; d'où

$$C = P^2\left(\frac{q^2}{p^2} - 1\right)$$

$$\text{donc} \quad (26) \quad T^2 = \frac{P^2(q^2 - p^2)}{(p \sin\alpha + q)^2 - p^2}$$

si nous négligeons p^2 devant q^2, nous aurons :

$$(26)' \quad T = \frac{Pq}{p \sin\alpha + q},$$

relations qui donneront en particulier la tension T_0 éprouvée par le sondeur et l'angle α_0.

La question se traite exactement de la même manière dans le cas du sondage fait dans un bateau non mouillé ; les constantes sont seulement alors doubles de celles du cas précédent (*).

(*) La discussion complète de ces formules, la recherche des coefficients de frottement a et b, l'examen détaillé de quelques-uns des sondages publiés par Davys, et les diverses tables numériques de correction des sondages se trouveront dans une des publications spéciales à la marine.

M. le Dr DELSAULX
Professeur à Louvain.

SUR UNE PROPRIÉTÉ CARACTÉRISTIQUE DES SURFACES DU SECOND DEGRÉ DANS LA THÉORIE DE L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

— Séance du 1er septembre 1879. —

Parmi toutes les surfaces convexes, les surfaces du second degré jouissent seules de la propriété suivante : dans l'équilibre électrique, les actions élémentaires sur un point intérieur se détruisent deux à deux. Pour le démontrer, considérons, à l'intérieur d'une surface S, un point O et une droite passant par ce point. Représentons les intersections de cette droite avec la surface par les notations (x, y, z) et (ξ, η, ζ) ; les éléments de surface correspondant aux deux extrémités de la droite par ds et $d\sigma$; les densités électriques des éléments par m et μ.

Désignons, en outre, les distances des extrémités de la droite au point O par r et ρ ; les angles que la même droite fait avec les parties intérieures des normales à la surface en ds et $d\sigma$, par v et υ.

Enfin, regardons les éléments de surface, ds et $d\sigma$, comme les bases obliques des deux nappes d'une petite surface conique, ayant son sommet en O ; et appelons $d\omega$, la portion de surface que chacune de ces nappes découpe dans la surface sphérique, dont le centre coïncide avec le point O et dont le rayon est égal à l'unité de longueur.

1.— Conformément à ces notations, on a

$$ds \cos v = r^2 d\omega \quad \text{et} \quad d\sigma \cos\upsilon = \rho^2 d\omega. \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Pour être égales, les actions opposées que les charges électriques mds et $\mu d\sigma$ exercent sur le point O doivent satisfaire à la relation

$$\frac{mds}{r^2} = \frac{\mu d\sigma}{\rho^2},$$

et, par suite, à l'égalité

$$\frac{m}{\cos v} = \frac{\mu}{\cos\upsilon}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

attendu les équations (1).

L'équation de la surface S étant $F(x, y, z) = 0$, si on adopte pour les deux points (x, y, z), (ξ, η, ζ), les notations suivantes :

$$l^2 = (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + (z - \zeta)^2$$

$$D^2 = \left(\frac{dF}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dz}\right)^2 \quad \text{et } {}^2 = \left(\frac{dF}{d\xi}\right)^2 + \left(\frac{dF}{d\eta}\right)^2 + \left(\frac{dF}{d\zeta}\right)^2,$$

on a, comme on sait,

$$\cos v = \frac{(x - \xi)\frac{dF}{dx} + (y - \eta)\frac{dF}{dy} + (z - \zeta)\frac{dF}{dz}}{lD}$$

$$\cos v = \frac{(\xi - x)\frac{dF}{d\xi} + (\eta - y)\frac{dF}{d\eta} + (\zeta - z)\frac{dF}{d\zeta}}{l\Delta}$$

D'autre part, on a aussi évidemment

$$m = \varphi(x, y, z) \text{ et } \mu = \varphi(\xi, \eta, \zeta)$$

la fonction φ représentant l'expression générale de la densité électrique sur la surface.

Conséquemment, on peut écrire la relation (2) sous la forme

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{\mu\Delta}\left[(\xi - x)\frac{dF}{d\xi} + (\eta - y)\frac{dF}{d\eta} + (\zeta - z)\frac{dF}{d\zeta}\right] \\ &= \frac{1}{mD}\left[(x - \xi)\frac{dF}{dx} + (y - \eta)\frac{dF}{dy} + (z - \zeta)\frac{dF}{dz}\right] \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Cette égalité, étendue à deux éléments choisis arbitrairement sur la surface S, est la condition nécessaire et suffisante pour que les actions élémentaires de cette surface, sur un point intérieur, se détruisent deux à deux, quelque position que l'on donne au point.

2. — Il est facile de faire voir que la relation (3) ne peut être vérifiée que par les surfaces algébriques du second degré.

Car en posant

$$\left.\begin{aligned} &\mathfrak{L} = \frac{1}{\mu\Delta}\frac{dF}{d\xi}, \ \mathfrak{M} = \frac{1}{\mu\Delta}\frac{dF}{d\eta}, \ \mathfrak{N} = \frac{1}{\mu\Delta}\frac{dF}{d\zeta}, \\ &L = \frac{1}{mD}\frac{dF}{dx}, \ M = \frac{1}{mD}\frac{dF}{dy}, \ N = \frac{1}{mD}\frac{dF}{dz}, \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

$$G = \frac{1}{mD}\left(x\frac{dF}{dx} + y\frac{dF}{dy} + z\frac{dF}{dz}\right),$$

la relation (3) devient

$$(\xi - x)\,\mathfrak{L} + (\eta - y)\,\mathfrak{M} + (\zeta - z)\,\mathfrak{N} + L\xi + M\eta + N\zeta = G. \quad (5).$$

Comme dans cette équations, $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$, ne dépendent que de (ξ,η,ζ) et L, M, N, G, de (x, y, z), si l'on remplace ce dernier point par un autre (x', y', z'), on aura de même

$$(\xi - x')\,\mathfrak{L} + (\eta - y')\,\mathfrak{M} + (\zeta - z')\,\mathfrak{N} + L'\xi + M'\eta + N'\zeta = G'.$$

En retranchant membre à membre ces deux dernières égalités, on obtient

$$\left.\begin{aligned}&(x - x')\,\mathfrak{L} + (y - y')\,\mathfrak{M} + (z - z')\,\mathfrak{N}\\ &= (L - L')\,\xi + (M - M')\,\eta + (N - N')\,\zeta + G' - G\end{aligned}\right\}. \quad (6)$$

Pour deux autres points (x'', y'', z''), (x''', y''', z'''), on aurait de même les relations

$$\left.\begin{aligned}&(x - x'')\,\mathfrak{L} + (y - y'')\,\mathfrak{M} + (z - z'')\,\mathfrak{N}\\ &= (L - L'')\,\xi + (M - M'')\,\eta + (N - N'')\,\zeta + G'' - G\\ &(x - x''')\,\mathfrak{L} + (y - y''')\,\mathfrak{M} + (z - z''')\,\mathfrak{N}\\ &= (L - L''')\,\xi + (M - M''')\,\eta + (N - N''')\,\zeta + G''' - G\end{aligned}\right\}. \quad (7)$$

Or, la résolution du système des équations (6) et (7) conduit nécessairement, pour $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$, à des valeurs du premier degré en ξ, η, ζ, de la forme

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{L} &= m'\xi + n'\eta + q'\zeta + s'\\ \mathfrak{M} &= m''\xi + n''\eta + q''\zeta + s''\\ \mathfrak{N} &= m'''\xi + n'''\eta + q'''\zeta + s'''\end{aligned}\right\}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

où les quantités m', m'', m''', n', n'', n''', q', q'', q''', s' s'', s''', sont des constantes par rapport à ξ, η, ζ.

Si on substitue les valeurs (8) dans l'équation (5), celle-ci devient

$$\begin{aligned}&(\xi - x)\,(m'\xi + n'\eta + q'\zeta + s') + (\eta - y)\,(m''\xi + n''\eta + q''\zeta + s'')\\ &\quad + (\zeta - z)\,(m'''\xi + n'''\eta + q'''\zeta + s''') + L\xi + M\eta + N\zeta = G.\end{aligned}$$

Cette dernière équation est du second degré ; elle exprime une relation constante à laquelle les coordonnées variables ξ, η, ζ de la surface S sont tenues de satisfaire. Il faut en conclure que l'équation $F(\xi,\eta,\zeta) = 0$ de cette surface est bien réellement, comme nous l'avions annoncé, une équation algébrique du second degré.

3. — La loi de variation de la densité électrique sur les surfaces du second degré, ressort immédiatement des équations qui précèdent.

En effet, $F(\xi, \eta, \zeta)$ étant une fonction du second degré, par rapport à ξ, η, ζ, les dérivées $\frac{dF}{d\xi}$, $\frac{dF}{d\eta}$, $\frac{dF}{d\zeta}$, sont, par cela même, des fonctions algébriques du premier degré.

Or, les équations (4) et (8) donnent

$$\frac{dF}{d\xi} = \mu\Delta\,(m'\xi + n'\eta + q'\zeta + s')$$

$$\frac{dF}{d\eta} = \mu\Delta\,(m''\xi + n''\eta + q''\zeta + s'')$$

$$\frac{dF}{d\zeta} = \mu\Delta\,(m'''\xi + n'''\eta + q'''\zeta + s''').$$

Ces résultats exigent que l'on ait

$$\mu\Delta = K$$

K désignant une constante.

En remplaçant Δ par sa valeur dans cette dernière relation, on a

$$\mu = \varphi\,(\xi,\eta,\zeta) = \frac{K}{\sqrt{\left(\frac{dF}{d\xi}\right)^2 + \left(\frac{dF}{d\eta}\right)^2 + \left(\frac{dF}{d\zeta}\right)^2}}$$

Cette expression montre que, sur les surfaces du second degré, la densité électrique est, en chaque point, inversement proportionnelle au paramètre différentiel du premier ordre de la surface.

Les surfaces du second degré à centre ont pour équation,

$$A\xi^2 + A'\eta^2 + A''\zeta^2 = H;$$

on a alors

$$\frac{dF}{d\xi} = 2A\xi,\ \frac{dF}{d\eta} = 2A'\eta,\ \frac{dF}{d\zeta} = 2A''\zeta,$$

$$\Delta = 2\sqrt{A^2\xi^2 + A'^2\eta^2 + A''^2\zeta^2}.$$

D'un autre côté, la perpendiculaire abaissée du centre sur le plan tangent à la surface, au point (ξ, η, ζ), a pour expression

$$\Pi = \frac{\xi\frac{dF}{d\xi} + \eta\frac{dF}{d\eta} + \zeta\frac{dF}{d\zeta}}{\Delta}$$

ou

$$\Pi = \frac{H}{\sqrt{A^2\xi^2 + A'^2\eta^2 + A''^2\zeta^2}}.$$

Sur les surfaces à centre, la densité électrique est donc, en chaque point, proportionnelle à la perpendiculaire Π.

M. LAQUIÈRE

Capitaine d'artillerie

THÉORIE NOUVELLE DE LA TRAJECTOIRE DANS LE VIDE. SUR L'EMPLOI DES TÉLÉMÈTRES.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. FORESTIER

Professeur de mathématiques spéciales au lycée de Toulouse.

NOTE SUR LES ÉQUATIONS D'UNE MÊME COURBE EN COORDONNÉES POLAIRES PAR RAPPORT AU MÊME AXE.

(EXTRAIT)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Un fait mathématique qui a échappé aux analystes, qui paraît d'abord surprenant, mais qui s'explique facilement quand il a été entrevu, c'est qu'une courbe a plusieurs équations en coordonnées polaires, par rapport au même pôle et au même axe polaire. Je me propose dans cette note de faire connaître le moyen de trouver ces équations et d'en déterminer le nombre.

Soit $f(\rho, \omega) = 0$ (1) l'équation d'une courbe. J'observe d'abord qu'un point a une infinité de coordonnées et que toutes les coordonnées d'un point d'une courbe ne satisfont pas à son équation. Je désigne par ρ et ω les coordonnées d'un point de la courbe, qui satisfont à l'équation donnée. Toutes les autres coordonnées du même point seront données par les équations

$$\left[\begin{array}{l} \rho = \rho_1 \\ \omega = 2k\pi + \omega_1 \end{array}\right] \qquad \left[\begin{array}{l} \rho = -\rho_1 \\ \omega = (2k+1)\pi + \omega_1 \end{array}\right]$$

Ces valeurs de ρ et ω satisfont par hypothèse à l'équation de la courbe ; en les substituant, nous aurons d'autres équations entre d'autres coordonnées polaires des points de la courbe. On obtient ainsi, en supprimant les indices après la substitution

$$f(\rho, 2k\pi + \omega) = 0 \ (2) \qquad f(-\rho, (2k+1)\pi + \omega) = 0 \ (3)$$

Supposons que ω entre dans (1) par les lignes trigonométriques de $\frac{m\omega}{n}$.

Dans l'équation (2) cet angle deviendra $\frac{m(2k\pi + \omega)}{n}$, et ses lignes trigono-

métriques auront n valeurs différentes pour k égal à 0, 1, 2.... $(n-1)$; l'équation (2) donnera donc n équations généralement différentes de la même courbe. L'équation (3) en donnera n autres, par la même raison, et l'on obtiendra ainsi $2n$ équations de la même courbe. On ne pourra pas en avoir davantage, mais il pourra arriver accidentellement que le nombre en soit moindre, parce que certaines de ces équations peuvent être les mêmes.

En appliquant ce procédé à l'équation $\rho = \sin\frac{\omega}{2}$ on trouve, outre l'équation proposée, les trois suivantes $\rho = -\sin\frac{\omega}{2}$, $\rho = -\cos\frac{\omega}{2}$, $\rho = \cos\frac{\omega}{2}$ En l'appliquant à $\rho = \sin\frac{\omega}{3}$, on trouve que les trois équations données par l'équation (3) rentrent dans celles fournies par (2) et le nombre total se réduit à trois, qui sont :

$$\rho = \sin\frac{\omega}{3},\quad \rho = \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\frac{\omega}{3} - \frac{1}{2}\sin\frac{\omega}{3},\quad \rho = \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\frac{\omega}{3} - \frac{1}{2}\sin\frac{\omega}{3},$$

Pour trouver les coordonnées des points d'intersection de deux courbes $f(\rho,\omega) = 0$, $\varphi(\rho,\omega) = 0$, il ne suffit pas de chercher les solutions communes aux deux équations; on n'obtiendrait ainsi que les points dont les mêmes coordonnées satisfont en même temps aux deux équations. Il faut prendre f avec chacune des équations de la courbe φ.

En appliquant cette méthode aux deux coniques $\rho = \frac{a}{b + c\cos\omega + d\sin\omega}$ $\rho = \frac{a'}{b' + c'\cos\omega + d'\sin\omega}$, qui ont un foyer commun au pôle, on est directement conduit par le calcul au théorème suivant, dont on peut donner d'ailleurs une démonstration géométrique très simple.

Lorsque deux coniques ont un foyer commun, les angles formés par les droites qui joignent ce foyer aux quatre points d'intersection des coniques ont une bissectrice commune, et cette bissectrice est la perpendiculaire menée par le foyer commun à la droite qui joint ce foyer au point d'intersection des deux directrices conjuguées de ce foyer.

M. Corneille-L. LANDRÉ
A Dordrecht.

REMARQUES SUR LES SOLUTIONS SINGULIÈRES DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DU PREMIER ORDRE A DEUX VARIABLES.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Selon plusieurs auteurs, on peut trouver toutes les solutions singulières d'une équation différentielle du premier ordre en éliminant c

entre $F(x, y, c) = 0$ et $\frac{dF}{dc} = 0$, quand $F(x, y, c) = 0$ est l'intégrale générale, et c la constante arbitraire ; d'autres ajoutent qu'on peut aussi en trouver par $\frac{dF}{dy} = \infty$ sans parler de $\frac{dF}{dx}$; d'autres encore prétendent que toujours $\frac{dF}{dx} = \infty$ et $\frac{dF}{dy} = \infty$ donnent les mêmes solutions singulières.

La vérité est que $\frac{dF}{dx} = \infty$ et $\frac{dF}{dy} = \infty$ peuvent donner des solutions singulières différentes. On s'en convainc facilement par ce qui suit : en substituant à c dans l'intégrale générale une fonction de x et y, on obtient après la différentiation :

$$\frac{dF}{dx} + \frac{dF}{dy}\frac{dy}{dx} + \frac{dF}{dc}\left(\frac{dc}{dx} + \frac{dc}{dy}\frac{dy}{dx}\right) = 0,$$

d'où il suit :

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\frac{dF}{dx} + \frac{dF}{dc}\frac{dc}{dx}}{\frac{dF}{dy} + \frac{dF}{dc}\frac{dc}{dy}}.$$

Pour que la c variable donne une solution singulière, il faut que le second membre soit égal à $-\frac{\frac{dF}{dx}}{\frac{dF}{dy}}$.

Ordinairement on dit simplement que pour une c variable

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\frac{dF}{dx}}{\frac{dF}{dy}} - \frac{\frac{dF}{dc}}{\frac{dF}{dy}}\frac{dc}{dx}$$

en ajoutant que $\frac{dc}{dx}$ est le quotient différentiel total. Cela n'est pas juste, car on n'obtient pas par là la valeur de $\frac{dy}{dx}$, puisque le quotient différentiel total $\frac{dc}{dy}$ renferme lui-même $\frac{dy}{dx}$.

Il est étonnant que les mêmes auteurs qui conviennent que $\frac{dF}{dc} = 0$

ne suffit pas toujours pour trouver les solutions singulières disent que l'enveloppe d'une courbe à paramètre variable F $(x, y, c) = 0$ se trouve toujours en éliminant c entre F $(x, y, c) = 0$ et $\frac{dF}{dc} = 0$.

La démonstration part de la supposition implicite que la c variable qu'on cherche ne rende pas F (x, y, c) infini ni discontinu. On est sûr de trouver toutes les enveloppes par

$$\frac{\frac{dF}{dc}}{\frac{dF}{dy}} = 0 \text{ et pour } \frac{\frac{dF}{dc}}{\frac{dF}{dx}} = 0,$$

qui ne donnent pas toujours les mêmes enveloppes. Celles qui font exception sont de la forme $x = a$ ou $y = b$.

Lorsque l'équation de la courbe variable est résolue par rapport à c, il faut chercher les enveloppes par $\frac{dF}{dx} = \infty$ et par $\frac{dF}{dy} = \infty$; mais si dans ce cas le premier membre n'a qu'une valeur unique pour un système quelconque de valeurs de x et y, la courbe n'a pas d'enveloppes; par exemple, lorsque ce premier membre est un polynôme algébrique.

Quand φ et ψ désignent des polynômes algébriques, la courbe $\frac{\varphi(x, y)}{\psi(x, y)} = c$ n'a pas d'enveloppes; mais toutes les courbes du système passent par les points d'intersection des courbes $\varphi(x, y) = 0$ et $\psi(x, y) = 0$.

Si $\varphi(x, y, p)$ est l'équation différentielle, où $p = \frac{dy}{dx}$, plusieurs auteurs enseignent que les solutions singulières se trouvent toutes en éliminant p entre $\varphi(x, y, p) = 0$ et $\frac{d\varphi}{dp} = 0$. Cela ne suffit pas toujours, il se peut qu'il en est encore d'autres, qui sont données par $\frac{d\varphi}{dy} = \infty$, puis d'autres encore données par $\frac{d\psi}{dx} = \infty$, lorsqu'on écrit l'équation différentielle $\psi\left(x, y, \frac{dx}{dy}\right) = 0$.

Le plus souvent, mais pas toujours, les solutions singulières données par $\frac{d\varphi}{dy} = \infty$ sont les mêmes que celles données par $\frac{d\psi}{dx} = \infty$ et par $\frac{d\varphi}{dx} = \infty$.

Dans son excellent livre intitulé *A Traetise on differential equations*,

Boole distingue deux espèces de solutions singulières : 1° les ordinaires qui sont les équations des enveloppes de la courbe variable représentée par l'intégrale générale, et qu'il nomme solutions singulières de l'espèce des enveloppes *(singular solutions of the envelop species)*; 2° des solutions, qu'il nomme singulières, parce qu'elles se distinguent des autres intégrales particulières par une certaine singularité; par exemple, qu'on peut tout aussi bien faire $c = +\infty$ ou $c = -\infty$ pour les déduire de l'intégrale générale, ou qu'il faut prendre $c = -\infty$ lorsque x est positive, et $c = +\infty$ lorsque x est négative.

Sans aucun doute, ces singularités existent, les exemples de Boole le montrent clairement; mais aucun de ces exemples ne vient à l'appui de la démonstration qu'il y aurait des solutions singulières, qui ne seraient pas les enveloppes de l'intégrale générale. Il est facile de s'assurer que toutes ces solutions, citées par Boole comme si elles n'étaient pas de l'espèce des enveloppes, sont au contraire les enveloppes des intégrales particulières.

Deux propriétés des solutions singulières n'ont pas la généralité, qu'on leur donne dans les livres. Elles sont :

I. Une équation différentielle $M\,dx + N\,dy = 0$, dont le premier membre est une différentielle exacte, n'a pas de solution singulière.

II. Lorsque v est le facteur intégrant de l'équation différentielle $M\,dx + N\,dy = 0$, on trouve toutes les solutions singulières en posant $v = \infty$.

Ces deux propriétés dépendent directement l'une de l'autre; elles sont en même temps vraies ou fausses.

Pour démontrer le premier théorème, on écrit l'équation différentielle :

$$\frac{d\,\varphi(x,\,y)}{dx} + \frac{d\,\varphi(x,\,y)}{dy} \cdot \frac{dy}{dx} = 0.$$

dont l'intégrale générale est $\varphi\,(x,\,y) = c$.

En supposant une solution singulière $y = f\,(x)$, il faut qu'on substitue à c une fonction de x, de sorte que la solution singulière serait $\varphi\,(x,\,y) = F\,(x)$
ce qui est impossible, car

$$\frac{d\,\varphi(x,\,y)}{dx} + \frac{d\,\varphi(x,\,y)}{dy} \cdot \frac{dy}{dx} = \frac{d\,F\,(x)}{dx}$$

ne s'accorde pas avec l'équation différentielle.

Ici on a perdu de vue que la solution singulière pourrait être de la forme $x =$ constant.

Puis, quand on résout $\frac{dy}{dx}$ des deux expressions, on voit qu'elles ne

sont pas nécessairement contradictoires pour $\frac{dy}{dx} = 0$ et $\frac{d\,\varphi(x, y)}{dy} = \infty$; donc l'équation différentielle peut avoir aussi une solution singulière $y =$ constant.

Par exemple, l'équation différentielle

$$\frac{dx}{2\sqrt{x-a}} - dy = 0$$

dont le premier membre est une différentielle exacte, a pour solution singulière $x = a$.

M. PICQUET

Répétiteur à l'École Polytechnique.

SUR LES POLYGONES A LA FOIS INSCRITS ET CIRCONSCRITS AUX COURBES DU TROISIÈME ORDRE.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. A.-E. PELLET

Professeur à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand.

SUR LES ÉQUATIONS DE DEGRÉ PREMIER SOLUBLES PAR RADICAUX.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

1. Je me propose, dans cette note, de démontrer par des considérations uniquement algébriques le théorème de Galois, relatif aux équations de degré premier solubles par radicaux, en appliquant la méthode que j'ai développée dans une thèse présentée à l'Académie de Paris, le 14 mars 1878.

Observons tout d'abord que si une équation de degré premier (p), irréductible, est résoluble algébriquement, le radical dont l'adjonction réduit l'équation est d'indice p, et si l'on considère comme connues, les irrationnelles sur lesquelles il porte, l'équation donnée est *abélienne*. (Serret,

Algèbre supérieure, t. II, p. 636). Nous appelons *Abéliennes*, d'après M. Kronecker, les équations dont toutes les racines peuvent être représentées par x, $\theta(x)$, $\theta^2(x)$....., $\theta^{m-1}(x)$, θ étant une fonction rationnelle de x et des quantités connues, telles que $\theta^m(x) = x$.

Cela posé soit $f(x) = o$, une équation irréductible, de degré m, non abélienne actuellement, mais qui devienne abélienne après l'adjonction de certaines irrationnelles qui la laissent irréductible.

Quel que soit le nombre de ces irrationnelles, on peut les exprimer toutes en fonctions rationnelles, d'une racine d'une équation *holodrôme*; j'entends par équations holodrômes, ainsi que dans le travail cité plus haut, les équations irréductibles dont toutes les racines peuvent s'exprimer rationnellement en fonctions de l'une d'elles. Soient $F(\zeta) = o$ cette équation holodrôme, et ζ_0 une de ses racines. x_0 étant une racine de $f(x) = o$, les autres par hypothèse peuvent être représentées par :

$$\theta(\zeta_0, x_0),\ \theta^2(\zeta_0, x_0), \ldots\ldots\ \theta^{m-1}(\zeta_0, x_0),$$

θ étant une fonction rationnelle de ζ_0 et de x_0, et $\theta^2(\zeta_0, x_0)$ représentant $\theta[\zeta_0, \theta(\zeta_0, x_0)]$, et ainsi des autres. Soit $\lambda(\zeta_0)$, λ étant une fonction rationnelle, une autre racine de $F(\zeta) = o$, $\theta[\lambda(\zeta_0), x_0]$ est aussi racine de $f(x) = o$; par conséquent cette quantité est égale à l'un des termes de la suite précédente, $\theta^i(\zeta_0, x_0)$. On a :

$$\theta[\lambda(\zeta_0), x_0] = \theta^i(\zeta_0, x_0),$$

d'où :
$$\theta[\lambda^2(\zeta_0), x_0] = \theta^i[\lambda(\zeta_0), x_0] = \theta^{i^2}(\zeta_0, x_0),$$

et d'une manière générale :

$$\theta[\lambda^k(\zeta_0), x_0] = \theta^{i^k}(\zeta_0, x_0).$$

Soit e le nombre de valeurs distinctes comprises dans la suite : ζ_0, $\lambda(\zeta_0)$, $\lambda^2(\zeta_0)$.....; d'après ce qui précède

$$\theta^{i^e}(\zeta_0, x_0) = \theta(\zeta_0, x_0),$$

d'où :
$$i^e = 1 \qquad (\text{mod } m);$$

ce qui exige que i soit un nombre premier avec m. Ainsi lorsqu'on remplace, dans $\theta(\zeta_0\, x_0)$, ζ_0 par les diverses racines de $F(\zeta) = o$, on obtient un nombre ν de valeurs distinctes au plus égal à $\varphi(m)$, nombre des entiers inférieurs à m et premiers avec lui. Il en sera de même lorsqu'on remplacera x_0 par une indéterminée rationnelle a ; et les ν valeurs qu'on obtient alors sont racines d'une équation irréductible (Voir ma thèse n° 4), et les coefficients des diverses puissances de x_0 dans $\theta(\zeta_0, x_0)$ peuvent s'exprimer rationnellement en fonction de $\theta(\zeta_0, a)$. D'ailleurs comme on a : $\theta[\lambda(\zeta_0), x_0] = \theta^i(\zeta_0, x_0)$, on voit que $\theta]\lambda(\zeta_0), a]$

pourra s'exprimer rationnellement en fonction de $\theta(\zeta_0, a)$. Ainsi l'équation qui a pour racines ces ν valeurs distinctes est holodrôme ; et l'on peut prendre pour $F(\zeta) = o$ une équation de degré ν. Soient $\lambda_1(\zeta_0)$ une racine autre que $\lambda(\zeta_0)$ de l'équation $F(\zeta) = o$, et :

$$\theta[\lambda_1(\zeta_0), x_0] = \theta^j(\zeta_0, x_0);$$

il viendra :

$$\theta[\lambda_1 \lambda(\zeta_0), x_0] = \theta^j[\lambda(\zeta_0), x_0] = \theta^{ji}(\zeta_0, x_0);$$

de même :

$$\theta[\lambda\lambda_1(\zeta_0), x_0] = \theta^{ij}(\zeta_0, x_0);$$

d'où $$\lambda_1\lambda(\zeta_0) = \lambda\lambda_1(\zeta_0).$$

Les fonctions λ, λ_1 sont donc échangeables entre elles, et l'équation $F(\zeta) = o$ est résoluble algébriquement d'après un théorème d'Abel. De plus les ν nombres tels que $i, j, \ldots$ forment un groupe relativement au module m, c'est-à-dire que le produit de deux quelconques d'entre eux est congru à l'un des termes de cette suite module m, et ν est un diviseur de $\varphi(m)$. Le degré de l'équation résolvante de $f(x) = o$ est égal à $m\nu$.

En supposant m premier et égal à p, on a, d'après ce qui a été dit en commençant, le théorème suivant, très connu :

Pour qu'une équation de degré premier p, irréductible, soit résoluble algébriquement, il faut et il suffit que cette équation devienne abélienne après l'adjonction d'une racine d'une équation également abélienne, dont le degré divise $p-1$.

On en déduit facilement que deux racines d'une telle équation étant données, les autres s'en déduisent rationnellement, forme sous laquelle Galois a donné le théorème.

2. Dans la pratique, il est presque toujours impossible de former l'équation résolvante d'une équation numérique donnée, aussitôt que son degré surpasse 4. Aussi, il est très difficile de reconnaître qu'une équation est résoluble algébriquement. Mais il n'en est pas de même pour reconnaître qu'elle n'est pas résoluble, propriété négative qui a son intérêt. En effet, j'ai démontré (comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 24 mars 1879) que le degré de l'équation résolvante d'une équation donnée est un multiple des degrés des divers facteurs irréductibles en lesquels son premier membre se décompose suivant un module premier quelconque. Dans le cas qui nous occupe, on en déduit qu'une équation à coefficients entiers, irréductible algébriquement, et de degré premier (p), n'est pas soluble par radicaux si son premier membre se

décompose suivant un certain module premier en facteurs irréductibles dont le degré ne divise pas $p-1$.

3. Ainsi on est conduit, pour voir si une équation de degré premier est résoluble algébriquement, à décomposer son premier membre en facteurs irréductibles, suivant plusieurs modules premiers, opération d'ailleurs presque toujours indispensable si l'on veut connaître comment peut se décomposer son premier membre algébriquement. A ce propos, je ferai les remarques suivantes qui simplifient beaucoup les calculs.

1° Une congruence du second ou du troisième degré est irréductible, *mod p*, si elle n'a pas de racine réelle;

2° Une congruence du quatrième degré, n'ayant pas de racine réelle, est irréductible si son Δ (produit des carrés des différences des racines) est non résidu quadratique; elle se décompose en deux facteurs du second degré, si son Δ est résidu quadratique;

3° Une congruence du cinquième degré, n'ayant pas de racine réelle, est irréductible si son Δ est résidu quadratique; elle se décompose en deux facteurs l'un du troisième degré, l'autre du deuxième, si son Δ est non résidu quadratique.

Les deux dernières propositions sont des corollaires d'un théorème présenté à l'Académie des sciences le 29 avril 1878. Remarquons que dans le calcul Δ, on pourra supprimer tout facteur résidu quadratique.

M. RITTER

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Montpellier.

APPLICATION FAITE PAR VIÈTE DE L'ALGÈBRE A LA GÉOMÉTRIE; APPLICATION DE CETTE MÉTHODE AU POLYGONE DE NEUF COTÉS.

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. DARBOUX

Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris.

SUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES AUX DÉRIVÉES PARTIELLES.

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. DEWULF
Commandant du génie.

M. le Dr P.-H. SCHOUTE
De la Haye.

DÉTERMINER UNE COURBE UNICURSALE DE QUATRIÈME ORDRE AYANT DES POINTS DOUBLES EN A_1 ET A_2, ET PASSANT PAR LES SEPT POINTS 1, 2, 3, 4, 5, 6 ET 7.

— Séance du 3 septembre 1879. —

Le problème serait résolu, si l'on avait trouvé un point x tel, que les deux faisceaux de coniques.

$$(a_1,\ a_3,\ x,\ 6)\ [1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5]$$
$$(a_1,\ a_2,\ x,\ 7)\ [1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5]$$

soient projectifs. Car, alors le quatrième point d'intersection P de deux coniques correspondantes $(a_1\ a_2\ x\ 6\ \mathrm{P})$, $(a_1\ a_2\ x\ 7\ \mathrm{P})$ de ces faisceaux décrirait un C_4 satisfaisant à la question.

Sous cette forme, le problème est encore déterminé. On a, en effet, deux inconnues, les coordonnées du point x, et si l'on détermine la projectivité des deux faisceaux en faisant correspondre les coniques $(a_1\ a_2 x\ 6\ 1)$ avec $(a_1\ a_2\ x\ 7\ 1)$, $(a_1\ a_2\ x\ 6\ 2)$ avec $(a_1\ a_2\ x\ 7\ 2)$, $(a_1\ a_2\ x\ 6\ 3)$ avec $(a_1\ a_2\ x\ 7\ 3)$, on obtient deux équations en écrivant l'égalité des rapports anharmoniques $(a_1\ a_2\ x\ 6)\ [1.\ 2.\ 3.\ 4]$ et $(a_1\ a_2\ x\ 7)\ [1.\ 2.\ 3.\ 4]$, $(a_1\ a_2\ x\ 6)\ [1.\ 2.\ 3.\ 5]$ et $(a_1\ a_2\ x\ 7)\ [1.\ 2.\ 3.\ 5]$.

Maintenant, les cinq faisceaux de coniques $(a_1\ a_2\ 6)\ [1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5]$ marquent cinq involutions sur une droite quelconque l; et, si on suppose x connu, les coniques $(a_1\ a_2\ x\ 6\ 1)$ $(a_1\ a_2\ x\ 6\ 2)$, $(a_1\ a_2\ x\ 6\ 3)$, $(a_1\ a_2\ x\ 6\ 4)$, $(a_1\ a_2\ x\ 6\ 5)$ appartiennent respectivement au premier, au deuxième, au troisième, au quatrième, au cinquième faisceau, et les cinq couples de points qu'elles déterminent appartiennent aussi respectivement aux cinq involutions. En outre, les cinq couples de points sont en involution parce qu'ils sont marqués sur l par des coniques du faisceau $(a_1\ a_2\ x\ 6)$. On peut répéter ce raisonnement pour les cinq faisceaux $(a_1\ a_2\ 7)\ [1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5]$ et les cinq couples de points qu'ils donnent forment une involution projective avec la précédente. La question posée est dont renfermée dans celle-ci:

« *On donne sur une droite* l *deux systèmes de cinq involutions; on* » *demande de trouver, dans chacune des involutions de chaque système, un*

» *couple de points conjugués tel que l'on ait, dans chacun des systèmes, cinq* » *couples en involution, et que ces deux involutions soient projectives.* »

Que l'on prenne un cercle M et sur sa circonférence un point O; que l'on joigne ce point aux couples de points d'une des involutions données, on aura un faisceau en involution; chaque couple de rayons conjugués détermine une corde de M et toutes ces cordes vont concourir en un point b. Si l'on fait cette opération pour chacune des involutions des deux systèmes, on obtiendra les points b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 pour les cinq involutions du premier système et les points β_1, β_2, β_3, β_4, β_5, pour celles du second système.

Supposons que l'on ait trouvé deux points p et π, qui rendent projectifs les faisceaux

$$p\ (b_1,\ b_2,\ b_3,\ b_4,\ b_5,)$$
$$\pi\ (\beta_1,\ \beta_2,\ \beta_3,\ \beta_4,\ \beta_5,),$$

les cinq rayons du premier faisceau déterminent sur M cinq cordes dont les extrémités projetées du point O sur l, donnent cinq couples de points appartenant respectivement aux cinq involutions du premier système et formant une involution. Par le même procédé, les cinq rayons du second faisceau donnent cinq couples de points en involution et appartenant respectivement aux cinq involutions du second système; et, comme ces deux faisceaux p et π sont projectifs, il en est de même des deux involutions. Il ne résulte pas de ce qui précède que chaque couple des points p et π que l'on peut trouver conduit à une solution du problème primitif. Cette conclusion serait même erronée; car il a déjà été démontré, qu'à un point quelconque p correspond un point π, et, par suite, qu'à un point quelconque x correspond un point p.

La relation, qui existe entre les points p et π, a en effet été étudiée dès 1869 (*) par M. *Rud. Sturm*. Soit p un point quelconque, représentons par λ_5 le rapport anharmonique $p\ (b_1,\ b_2,\ b_3,\ b_5,)$, le point π qui correspond à p se trouvera sur la conique circonscrite à $\beta_1\ \beta_2\ \beta_3\ \beta_4$ et capable de λ_5 (suivant l'expression de M. l'amiral *de Jonquières*). Représentons par λ_4 le rapport anharmonique $p\ (b_1, b_2, b_3, b_5)$, le point π devra se trouver aussi sur la conique capable de λ_4 circonscrite à $\beta_1\ \beta_2\ \beta_3\ \beta_5$. Le point π est donc le quatrième point d'intersection de ces deux coniques qui ont déjà, en commun, les points $\beta_1\ \beta_2\ \beta_3$.

Ainsi, à tout point p correspondant un point π, on voit, de même, qu'à tout point π correspond un point p. Mais pour chacun des points b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 la droite qui joint ce point à lui-même est indéterminée. Il en résulte, qu'à chacun de ces points correspond une conique

(*) *Mathematische Annalen*, I. page 533, Das Problem der Projectivität etc.

Σ_1, Σ_2, Σ_3, Σ_4, Σ_5 qui passe par tous les points β à l'exception du point β_i qui correspond a b_i. Ces cinq coniques Σ passent par un même point β_0, auquel correspond la conique S_0 circonscrite aux cinq points b. Réciproquement aux cinq points β correspondent cinq coniques S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, qui passent respectivement par quatre points b et par un point b_0 correspondant à la conique Σ_0 des cinq points β. M. *Sturm* a nommé les points b_0 et β_0 *points adjoints* aux deux systèmes de points b et β.

Quand le point p décrit une ligne droite, π parcourt une C_3 qui est du genre zéro (*) puisqu'elle correspond, point par point, à une droite; elle a donc six points doubles. Ces points doubles sont les six points β_1, etc.

Si nous considérons maintenant la relation entre les points p et x, nous voyons d'abord qu'à un point p quelconque correspond un seul point x, et réciproquement. Traçons par p deux droites l_1 et l_2, elles déterminent sur M deux arcs dont les extrémités projetées de O sur l donnent $s_1\ t_1$ et $s_2\ t_2$. Les coniques $(a_1\ a_2\ 6\ s_1\ t_1)$ et $(a_1\ a_2\ 6\ s_2\ t_2)$ se coupent en un quatrième point x. Inversement si l'on prend un point quelconque x, le point correspondant p n'est autre chose que le point d'intersection des cordes de M que l'on obtient en projetant de O sur M les couples de points de l'involution marquée sur l par le faisceau $(a_1\ a_2\ 6\ x)$.

Si l'on admettait que chaque couple de points p et π conduit à une solution de la question primitive, il faudrait aussi admettre que le point double cherché a une position entièrement indéterminée et cette conséquence est inadmissible. Puisque chaque couple p, π ne peut donner une solution, cela ne peut tenir qu'à ce que le point x déterminé au moyen du point p n'est pas le même, en général, que le point x donné par le point π, correspondant à p. Cette remarque fait entrer la question dans une nouvelle phase.

Si l'on part d'un point quelconque p, on trouve un point déterminé x que nous nommons x_p, et un point π, correspondant à p, qui donne un point x_π. La question est donc ramenée à celle-ci :

Combien peut-on trouver de points p *d'où résultent des points* x_p *et* x_π *coïncidents?*

Nous avons employé plus haut, pour déterminer le point x_p, deux droites quelconques passant par p; supposons maintenant qu'on joigne le point p à deux quelconques des points 6, les points 6_1 et 6_2 par exemple. Les coniques $(a_1\ a_2\ 6\ s_1\ t_1)$, $(a_1\ a_2\ 6\ s_2\ t_2)$ déterminées comme

(*) STURM, *l. c.*, p. 538.

ci-dessus et dont le quatrième point d'intersection est x_p, forment deux faisceaux projectifs quand le point p parcourt une droite m, parce que les coniques de chaque groupe ont trois points communs et coupent l, suivant une involution. Ce quatrième point x_p, décrit donc une C_4 quand p parcourt m; mais cette C_4 se décompose en deux coniques. En effet, quand p atteint la droite $6_1\ 6_2$, les deux coniques dont x_p est le quatrième point d'intersection se confondent; et comme cette conique fait partie de C_4, le lieu géométrique de x_p est donc une autre conique passant par les points a_1, a_2, 6. En outre, il est facile de voir que p parcourt une conique quand x_p décrit une droite; cette droite coupant la C_2 correspondant à m en deux points, il en résulte que la relation entre p et x_p n'est autre chose que la relation connue du second degré (*), dont a_1 a_2 et 6 sont les points fondamentaux. Cette même relation existe entre les points π et x_π, et les points fondamentaux sont a_1, a_2 et 7.

Quand p parcourt une droite m, x_π parcourt une C_{10}. En effet, lorsque x_π décrit une droite m, π est situé sur une C_2 passant par a_1, a_2 et 7, et cette courbe coupe la courbe C_3 qui, comme lieu géométrique de π, correspond à la droite m des points p, en dix points.

Cette C_{10} doit être unicursale, parce qu'elle correspond, point par point, à une droite, elle doit donc avoir des points multiples dont l'ensemble équivaut à 36 points doubles. Elle a, en effet, des points quintuples aux trois points a_1, a_2, 7, ce qui équivaut à 30 points doubles et des points doubles aux six points β.

Ainsi à une droite m, considérée comme lieu géométrique de p, correspond une C_2 passant par a_1, a_2 et 6 pour x_p, et une C_{10} ayant des points quintuples en a_1, a_2 et 7 et des points doubles aux six points β pour x_π. Imaginons maintenant que la droite m tourne autour d'un point fixe p, la courbe C_2 engendre un faisceau dont la base est formée par les points a_1, a_2, 6, et le point x_p, correspondant à p; de même C_{10} engendre un faisceau dont la base est formée par les points a_1, a_2 et 7 qui équivalent à 25 points, les points β qui équivalent chacun à 4 points et le point x_π, qui correspond à p. Si l'on fait correspondre entre elles les courbes de ces deux faisceaux qui correspondent à la même droite m, elles engendrent une courbe C'_{12} qui a des points sextuples en a_1 et a_2, un point quintuple en 7, des points doubles aux points β et un point simple en 6. Les points de coïncidence de x_p et x_π doivent se trouver sur cette courbe, que nous nommons cor-

(*) Reye, *Geometrie der Lage*, II, 2e édition, p. 119.

respondante du point p_1. Une seconde courbe C''_{12} correspond, de même, à un second point quelconque p_2.

Parmi les 144 points d'intersection de C'_{12} et de C''_{12}, nous devons compter les points a_1 et a_2 pour 72 points, le point 7 pour 25, les points β pour 24, et enfin le point 6 pour 1. Comme ces points ne satisfont pas à la question et qu'il en est de même des dix points qui, en dehors de a_1 et a_2, proviennent des courbes C_2 et C_{10} qui correspondent à la droite $p_1\ p_2$, il reste pour le nombre des points cherchés

$$144-72-25-24-10-1=12.$$

A ces douze points il convient d'en joindre un treizième, donné par la courbe composée de la cubique $(a_1, a_2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)$ et de la droite $a_1\ a_2$. Cette courbe n'est pas comprise au nombre des 12 solutions ci-dessus, car le point x étant situé sur la droite $a_1\ a_2$, les deux faisceaux de coniques dégénèrent en faisceaux de droites, ou mieux, en faisceaux dont chaque courbe est composée de la droite fixe $a_1\ a_2$ et d'un rayon variable.

M. GENTY

ÉTUDE SUR LES COURBES GAUCHES UNICURSALES, APPLICATION AUX QUARTIQUES ET AUX QUINTIQUES GAUCHES.

— Séance du 5 septembre 1879. —

M. P. APPELL

Maître de conférences à la Faculté des sciences de Paris.

SUR CERTAINES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES LINÉAIRES CONTENANT UN PARAMÈTRE VARIABLE. — SUR DES POLYNOMES SATISFAISANT A UNE ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE DU TROISIÈME ORDRE.

— Séance du 3 septembre 1879. —

I. — *Sur certaines équations différentielles linéaires contenant un paramètre variable.*

1. Les polynômes de Legendre, de Jacobi, les fonctions cos (n arc sin x).

les polynômes de M. Hermite, etc., satisfont à une équation différentielle linéaire de la forme

$$(1) \qquad A_1 \frac{d^2y}{dx^2} + A_2 \frac{dy}{dx} + A_3 y = my,$$

dans laquelle A_1, A_2, A_3 sont des fonctions d'x et m un paramètre variable indépendant d'x. Les formules fondamentales relatives à ces fonctions peuvent se déduire de cette équation (1) par une méthode uniforme. Je me propose d'employer une méthode analogue à l'égard des fonctions satisfaisant à une équation différentielle linéaire d'ordre p de la forme :

$$(2) \qquad A_1 \frac{d^p y}{dx^p} + A_2 \frac{d^{p-1}y}{dx^{p-1}} + \ldots + A_{p+1} y = my,$$

dans laquelle A_1, $A_2 \ldots A_{p+1}$ sont des fonctions d'x et m un paramètre variable indépendant d'x.

M. Liouville a, dans les premiers volumes de son journal, consacré plusieurs mémoires à l'étude des fonctions satisfaisant à une équation différentielle linéaire de la forme (1), ou à une équation de la forme

$$(3) \qquad \frac{d(A_1\, d(A_2 \ldots d(A_{p-1}\, dy)))}{dx^p} = my.$$

On voit que le premier membre de cette équation (3) est d'une forme particulière. C'est cette considération qui m'a déterminé à m'occuper de l'équation générale (2).

2. Je vais d'abord supposer $p = 3$, et m'occuper de l'équation du troisième ordre

$$(4) \qquad A_1 \frac{d^3y}{dx^3} + A_2 \frac{d^2y}{dx^2} + A_3 \frac{dy}{dx} + A_4\, y = my.$$

Soit X_m une fonction déterminée de x et de m satisfaisant à cette équation (4) ; désignons par X'_m, X''_m, X'''_m les dérivées de cette fonction par rapport à x. Si l'on attribue à m trois valeurs différentes m, m', m'', on aura trois fonctions X_m, $X_{m'}$, $X_{m''}$, satisfaisant respectivement aux trois équations

$$\begin{aligned}
A_1 X'''_m + A_2 X''_m + A_3 X'_m + A_4 X_m &= m\, X_m \\
A_1 X'''_{m'} + A_2 X''_{m'} + A_3 X'_{m'} + A_4 X_{m'} &= m'\, X_{m'} \\
A_1 X'''_{m''} + A_2 X''_{m''} + A_3 X'_{m''} + A_4 X_{m''} &= m''\, X_{m''}
\end{aligned}$$

Si entre ces trois équations on élimine les coefficients A_3, A_4, on obtient la relation

$$\begin{vmatrix} (A_1X''_m + A_2X'_m - mX_m) & X'_m & X_m \\ (A_1X''_{m'} + A_2X'_{m'} - m'X_{m'}) & X'_m & X_{m'} \\ (A_1X''_{m''} + A_2X'_{m''} - m''X_{m''}) & X'_{m''} & X_{m''} \end{vmatrix} = 0$$

que l'on écrit

$$(5) \quad A_1 \frac{d\Delta}{dx} + A_2\Delta = (m'' - m')X_{m''}X_{m'}X'_m + (m - m'')X_mX_{m''}X'_{m'}$$

$$+ (m' - m)X_{m'}X_mX'_{m''}$$

en posant

$$\Delta = \begin{vmatrix} X''_m & X'_m & X_m \\ X''_{m'} & X'_{m'} & X_{m'} \\ X''_{m''} & X'_{m''} & X_{m''} \end{vmatrix}$$

Multiplions les deux membres de la relation (5) par le facteur $U = \frac{1}{A_1} e^{\int \frac{A_2}{A_1} dx}$; cette relation devient

$$(6) \quad \frac{d}{dx}\left(\Delta e^{\int \frac{A_2}{A_1} dx}\right) = [(m'' - m')X_{m''}X_{m'}X'_m + (m - m'')$$
$$X_mX_{m''}X'_{m'} + (m' - m)X_mX_{m'}X'_{m''}]U.$$

En intégrant les deux membres de cette dernière équation, on obtient une relation entre trois intégrales. Supposons comme cas particulier, qu'il existe deux nombres x_0 et x_1 annulant le facteur $e^{\int \frac{A_2}{A_1} dx}$, de telle façon que la fonction $\Delta e^{\int \frac{A_2}{A_1} dx}$ reste finie entre les limites x_0 x_1, et que Δ ne devienne pas infini aux limites ; on aura, en intégrant entre ces deux limites, la relation

$$(7) \quad 0 = (m'' - m')\int_{x_0}^{x_1} UX_{m''}X_{m'}X'_m\,dx + (m - m'')\int_{x_0}^{x_1} UX_{m''}X'_{m'}\,dx$$

$$+ (m' - m)\int_{x_0}^{x_1} UX_{m'}X_mX'_{m''}\,dx$$

3. Soit maintenant Y_m une autre fonction déterminée d'x et de m satisfaisant à l'équation différentielle (4) ; et soient Y'_m, Y''_m les dérivées de cette

fonction par rapport à x. En faisant un calcul analogue au précédent, et posant

$$D = \begin{vmatrix} X''_m & X'_m & X_m \\ Y''_m & Y'_m & Y_m \\ X''_{m'} & X'_{m'} & X_m \end{vmatrix}$$

on arrive facilement à la relation

$$(8) \quad \frac{d}{dx} De \int \frac{A_2}{A_1} dx = (m - m') UX_{m'} (X_m Y'_m - Y_m X'_m)$$

d'où l'on tire une autre relation par l'intégration.

4. Supposons, comme cas particulier, qu'en intégrant entre deux limites x_0 et x_1 indépendantes de m et m', on arrive à mettre l'intégrale du premier membre sous la forme

$$f(m, m') [\varphi(m) - \varphi(m')];$$

de façon que l'on ait :

$$(9) \quad \int_{x_0}^{x_1} UX_{m'}(X_m Y'_m - Y_m X'_m) dx = f(m, m') \frac{\varphi(m) - \varphi(m')}{m - m'}$$

Alors, si on prend pour m et m' deux racines *différentes* de l'équation

$$(10) \qquad \varphi(m) = K$$

où K est une constante quelconque, on voit que l'intégrale (9) est nulle. Si au contraire on suppose $m = m'$, on a

$$(11) \quad \int_{x_0}^{x_1} UX_m (X_m Y'_m - Y_m X'_m) dx = f(m, m). \varphi'(m.)$$

Admettons que l'équation (10) ait une infinité de racines simples

$$m_1, m_2, \ldots m_i \ldots$$

et proposons-nous de développer une fonction F (x) en série procédant suivant les fonctions $X_{m_1}, X_{m_2}, \ldots X_{m_i} \ldots$ etc.

$$(12) \qquad F(x) = \sum_{i=1}^{i=\infty} A_{m_i} X_{m_i}$$

Pour déterminer le coefficient A_m d'un terme quelconque X_m, on multipliera les deux membres du développement (12) par

$$U ({}_m Y'^m - Y_m X'_m) dx$$

et on intégrera entre les limites x_0 et x_1; on a alors en appliquant les formules précédentes :

$$(13) \qquad A_m = \frac{\int_{x_0}^{x_1} F(x)\, U (X_m Y'_m - Y_m X'_m)\, dx}{f(m, m)\, \varphi'(m)}$$

5. On voit l'analogie des formules précédentes avec celles bien connues relatives aux polynômes de Legendre et de Jacobi, et avec celles plus générales que j'ai indiquées (*Comptes Rendus*, t. LXXXIX, p. 31).

Il est cependant une différence qu'il importe de signaler. C'est que dans les développements en série suivant les polynômes de Jacobi, les polynômes de M. Hermite, etc., la détermination des coefficients n'exige que la connaissance de ces polynômes; tandis que, d'après la formule (13), la détermination du coefficient A_m dans le développement de $F(x)$ en série de fonctions X_m exige, non seulement la connaissance de la fonction X_m, mais encore celle d'une autre fonction Y_m qui satisfait à la même équation différentielle que X_m.

6. Soit enfin Z_m une troisième fonction de x et m satisfaisant à l'équation (4). On a en posant

$$H = \begin{vmatrix} X''_m & X'_m & X_m \\ Y''_m & Y'_m & Y_m \\ Z''_m & Z'_m & Z_m \end{vmatrix}$$

la formule

$$(14) \qquad H e^{\int \frac{A_2}{A_1} dx} = Cte.$$

7. Après avoir ainsi examiné en détail le cas de l'équation du troisième ordre, il reste peu de choses à ajouter sur l'équation générale (2) d'ordre p; la généralisation étant trop aisée pour qu'il y ait intérêt à l'exposer. On considérera d'abord une fonction déterminée X_m de x et m satisfaisant à l'équation (2), et on aura, en donnant, à m, p valeurs différentes, une formule analogue à (6). Puis en considérant une deuxième fonction Y_m satisfaisant à l'équation (2), on obtiendra une formule analogue à (8). Et ainsi de suite en considérant successivement 2, 3, . . $p-1$, p fonctions différentes satisfaisant à l'équation (2). Par exemple, en en prenant p on arrivera à une formule analogue à (14).

II. — *Sur des polynomes satisfaisant à une équation différentielle linéaire du troisième ordre.*

1. La série $F(a, b, c, d, e, x) =$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{a(a+1)..(a+n-1)b.(b+1)..(b+n-1)c.(c+1)..(c+n-1)}{1.2..n \quad d(d+1)..(d+n-1)e(e+1).(e+n-1)} x^n$$

satisfait à l'équation différentielle linéaire

$$(1)\quad (x^3 - x^2)\frac{d^3y}{dx^3} + [(3 + a + b + c)x^2 - (1 + d + e)x]\frac{d^2y}{dx^2}$$

$$+ [(1 + a + b + c + ab + ac + bc)\,x - de]\frac{dy}{dx} + abcy = 0$$

(voir CLAUSEN, *Journal de Crelle*, t. III, p. 93).

Cette série est convergente lorsque le module de x est moindre que 1. Pour voir ce qu'elle devient pour $x = 1$, remarquons que le produit du coefficient de x^n par $n^{1+d+e-a-b-c}$ tend vers la limite $\frac{\Gamma(d)\,\Gamma(e)}{\Gamma(a)\,\Gamma(b)\,\Gamma(c)}$ quand n croît indéfiniment.

Si donc $1 + d + e - a - b - c > 1$, la série est convergente pour $x = 1$; si au contraire $1 + d + e - a - b - c < 1$, la série est divergente pour $x = 1$, et dans ce dernier cas, d'après un théorème que j'ai démontré (voir *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 689), le produit

$$(1 - x)^{a+b+c-d-e}\,\mathrm{F}(a, b, c, d, e, x)$$

tend vers la limite

$$\frac{\Gamma(d)\,\Gamma(e)\,\Gamma(a + b + c - d - e)}{\Gamma(a)\,\Gamma(b)\,\Gamma(c)}$$

quand x tend vers l'unité. Enfin je rappelle que la fonction

$$(2)\quad x^{1-d}\,\mathrm{F}(a + 1 - d, b + 1 - d, c + 1 - d, 2 - d, e + 1 - d, x,$$

satisfait également à l'équation différentielle (1).

2. Cela posé, soient s, σ, h, k quatre constantes; je fais :

$$(3)\qquad \begin{aligned} a + b + c &= s, & 1 + d + e &= k \\ ab + ac + bc &= \sigma, & de &= h \end{aligned}$$

de façon que $\qquad abc = c\,(\sigma - cs + c^2)$,

et je donne à c une valeur entière négative $c = -n$. La série $\mathrm{F}(a, b, c, d, e, x)$ devient alors un polynôme de degré n, que j'appelle X_n, et qui satisfait à l'équation différentielle.

$$(4)\qquad (x^2 - x^2)\frac{d^3y}{dx^3} + [(3 + s)x^2 - kx]\frac{d^2y}{dx^2}$$

$$+ [(1 + s + \sigma)x - h]\frac{dy}{dx} = n\,(\sigma + ns + n^2)y$$

Lorsque n varie, le coefficient de y seul est variable, et, par suite, cette équation différentielle rentre dans la catégorie de celles que j'ai étudiées

dans la communication précédente. En adoptant les notations que j'ai employées dans cette communication, on a ici

$$A_1 = x^3 - x^2, \quad A_2 = (3 + s)x^2 - kx$$

$$e^{\int \frac{A_2}{A_1} dx} = x^k(1 - x)^{3 + s - k},$$

et $$U = \frac{1}{A_1} e^{\int \frac{A_2}{A_1} dx} = - x^{k - 2}(1 - x)^{2 + s - k}$$

Si l'on suppose $k - 1 > 0$ et $3 + s - k > 0$, on pourra appliquer à ces polynômes la formule (7) de la communication précédente, en prenant $x_0 = 0$, $x_1 = 1$; et l'on obtient ainsi la relation

$$0 = (N' - N'') \int_0^1 U X_{n''} X_{n'} X'_n \, dx + (N'' - N) \int_0^1 U X_{n''} X_n X'_{n'} dx$$

$$+ (N - N') \int_0^1 U X_n X_{n'} X'_{n''} dx$$

dans laquelle on appelle N, N', N'' les valeurs que prend la fonction $n(\sigma + ns + n^2)$ pour $n = n$, $n = n'$, $n = n''$.

3. L'équation différentielle (4) est aussi vérifiée par la fonction

$$Y_n = x^{1 - d} F(a', b', c', d', e', x)$$

où a', b', c', d', e' ont les valeurs indiquées dans (2), $a' = a + 1 - d$,... etc. On a alors, d'après la formule (8) de la note précédente

$$(5) \quad \frac{d}{dx} \cdot D x^k (1 - x)^{3 + s - k} = (N - N') U X_{n'} (X_n Y'_n - Y_n X'_n),$$

où D désigne le déterminant

$$\begin{vmatrix} X''_n & X'_n & X_n \\ Y''_n & Y'_n & Y_n \\ X''_{n'} & X'_{n'} & X_{n'} \end{vmatrix}$$

Ajoutons aux hypothèses $k - 1 > 0$, $3 + s - k > 0$ déjà faites, les suivantes

$$k - 1 - d > 0 \text{ ou } e > 0 \text{ et } 2 + s - k < 0.$$

et intégrons les deux membres de la relation (5) entre les limites 0 et 1. Comme la fonction

$$(6) \qquad Dx^k(1-x)^{3+s-k}$$

s'annule pour $x = 0$, l'intégrale du second membre est égale à la valeur que prend cette fonction (6) pour $x = 1$. Pour obtenir cette valeur, je remarque que les polynômes X_n, X'_n, X''_n et $X_{n'}$, $X'_{n'}$, $X''_{n'}$, prennent pour $x = 1$ des valeurs finies que je désigne par $(X_n)_1$, $(X'_n)_1$, etc.; que les produits

$$(1-x)^{3+s-k}Y_n, \quad (1-x)^{3+s-k}Y'_n$$

tendent vers 0 quand x tend vers 1, et que le produit

$$(1-x)^{3+s-k}\,Y''_n$$

tend vers la limite

$$\Gamma(3+s-k)\,\frac{\Gamma(2-d)\,\Gamma(e+1-d)}{\Gamma(a+1-d)\,\Gamma(b+1-d)\,\Gamma(-n+1-d)}$$

ainsi qu'on le conclut facilement des remarques générales que j'ai faites au commencement et de la relation

$$\frac{dF(a, b, c, d, e, x)}{dx} = \frac{a.b.c}{de}\,F(a+1, b+1, c+1, d+1, e+1, x).$$

On obtient ainsi la formule

$$(N-N')\int_0^1 U\,X_{n'}\,(X_n\,Y' - Y_n\,X'_n)\,dx =$$

$$\frac{\Gamma(3+s-k)\,\Gamma(2-d)\,\Gamma(e+1-d)}{\Gamma(a+1-d)\,\Gamma(b+1-d)\,\Gamma(-n+1-d)}\,[(X_n)_1(X'_{n'})_1-(X'_n)_1(X_{n'})_1]$$

où a, b, d, e sont donnés par les relations (3) dans lesquelles on fait $c = -n$.

M. G. JANNI
Professeur à Naples.

RÉSOLUTION DU PROBLÈME DE JACOBI ET DE CELUI DE RIEMANN

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. le Général L.-J.-A. de C. de MARSILLY

MÉMOIRE SUR UNE MÉTHODE DE CALCUL APPROPRIÉE AUX CORPS DISCONTINUS QUI OBÉISSENT A DES ACTIONS A DISTANCE.

— *Séance du 31 août 1879.* —

AVANT-PROPOS

1. Je me suis occupé depuis longtemps des lois qui régissent la matière; et, outre les travaux classiques de Gauss, de Poisson, de Cauchy, de M. Clausius, etc., j'ai étudié une grande partie des systèmes publiés depuis quarante ans par de Boucheporn, le P. Secchi, M. Félix Marco, etc., etc. Ces études m'ont donné une conviction profonde; c'est l'extrême utilité qu'il y aurait pour la science à suivre rigoureusement jusque dans leurs dernières conséquences les principaux systèmes préconisés de nos jours, afin de pouvoir se prononcer pertinemment sur leurs valeurs respectives. Seule, cette marche pourra nous sortir du chaos inextricable où nous plongent des assertions confuses, contradictoires, appuyées sur des aperçus plus ou moins ingénieux, toujours hasardés et le plus souvent sans valeur sérieuse. Je suis arrivé ainsi à choisir parmi la foule des hypothèses celle qui m'a paru la plus probable et à y appliquer un calcul rigoureux afin d'en déduire des conséquences exactes et indiscutables. Je n'ai pas l'intention de justifier ici mon choix; les discussions seraient trop longues et étrangères en partie à la spécialité de la classe à laquelle je soumets mon travail; mais je me propose d'exposer ici la méthode rigoureuse de calcul appliquée à cette hypothèse; à cet effet, je donnerai d'abord un aperçu de l'hypothèse; je détaillerai ensuite la méthode et j'en esquisserai quelques applications.

HYPOTHÈSE FONDAMENTALE

2. Les atomes sont des points mathématiques doués de mouvement et d'actions à distance les uns sur les autres. Leur masse est proportionnelle à l'effort qu'il faut exercer, soit par la pesanteur, soit par un ressort, pour leur imposer une vitesse donnée. L'expérience a montré qu'aux distances sensibles l'attraction mutuelle de deux atomes est proportion-

nelle au produit de leurs masses par le carré inverse de leur distance. Gauss a démontré depuis longtemps que cette attraction est incapable de produire les actions moléculaires (*); en conséquence, je suppose celles-ci dues à des attractions et des répulsions représentées par des termes de forme semblable; c'est-à-dire des produits dont les facteurs sont une quantité constante, l'énergie du premier atome, celle du second et une puissance inverse de la distance que je désignerai par n. Ces produits devront être pris avec le signe + s'ils répondent à une attraction, avec le signe — s'ils répondent à une répulsion; c'est parmi ces derniers que sera la plus forte valeur de n. Les énergies ne sont pas nécessairement proportionnelles aux masses; elles peuvent même en différer beaucoup dans un sens ou dans l'autre.

Les molécules sont des groupes de deux ou plusieurs atomes placés à des distances immensément petites les unes des autres et circulant par l'effet de leurs actions mutuelles et des molécules voisines sans jamais se rencontrer (à cause du terme répulsif de plus fort exposant), ni sans sortir d'un espace restreint variable avec l'état du corps, mais mal déterminé; ce sera une surface arbitraire assujettie aux seules conditions qu'elle ne coupe pas les surfaces arbitraires semblables choisies pour représenter les autres molécules et que les atomes n'en sortent pas dans leurs plus grands écarts. Quand les molécules sont formées d'une seule sorte d'atomes, on les dit *simples;* quand elles en comprennent de plusieurs sortes, on les dit *composées.*

Une *parcelle* est la réunion de plusieurs molécules de même nature, se comportant les unes par rapport aux autres comme les atomes le font dans la molécule.

Un *corps* ou *milieu* est formé par la réunion généralement immense de molécules ou de parcelles maintenues ensemble par des forces extérieures et les forces intérieures. Quand les molécules sont toutes de même nature, tant pour l'ordre que pour l'espèce d'atomes, le corps est *pur;* dans les autres cas, il est *mélangé.* Un corps pur peut être simple ou composé selon que les molécules sont simples ou composées; un corps mélangé peut être un ensemble de corps simples, mais n'en est pas un.

Les masses et les énergies des molécules, des parcelles et des corps sont les sommes respectives des masses et énergies des atomes contenus.

Ces hypothèses ont une parenté visible avec celles de Cauchy et d'autres géomètres attractionnaires; elles n'en diffèrent que par une plus grande précision de détails.

(*) Au début de *Principia generalia theoriæ figuræ fluidorum,* etc.; Carl Friedrich Gauss, Werke, Göttingen, 1867, Band V, p. 31. — En note, au bas de la page.

TRADUCTION ANALYTIQUE DES HYPOTHÈSES

3. Il me faut actuellement traduire ces hypothèses en formules. A cet effet, je désignerai les masses des atomes par les lettres μ, μ', μ'' etc., leurs énergies pour une action en raison inverse d'une puissance $n^{\text{ième}}$ de la distance par les produits $\mu\ \omega_n$, $\mu'\ \omega'_n$, $\mu''\ \omega''_n$, etc.; la constante commune à toutes ces actions par f_n, et j'y mettrai les signes comme il a été expliqué ci-dessus. Alors l'expression de l'action qui s'échange entre les atomes μ et μ' sera

$$(1)\quad \mu\mu' \left\{ \frac{f}{r^2} + \frac{\omega_n\,\omega'^n f_n}{r^n} + \frac{\omega_{n'}\,\omega'_{n'}\,f_{n'}}{r^{n'}} + \text{etc.} - \frac{\omega_n\ \omega'_{n''} f_{n''}}{r^{n''}} - \text{etc.} \right\}.$$

ou, en englobant sous le même signe sommatoire Σ tous les termes répondant à des actions sensibles seulement aux distances sensibles,

$$(2)\qquad \mu\mu' \left\{ \frac{f}{r^2} + \sum \frac{\omega_n\,\omega'_n f_n}{r^n} \right\}.$$

La masse de la molécule est la somme des masses atomiques. Je la désigne par m et ai conséquemment

$$(3)\qquad m = \mathrm{S}\ \mu;$$

de même, j'aurai pour l'énergie de la molécule relative à l'action en raison de la $n^{\text{ième}}$ puissance de la distance

$$(4)\qquad m\ \varpi_n = \mathrm{S}\ \mu\omega_n.$$

Lorsqu'on cherche une première approximation des relations mécaniques relatives aux molécules, on ramène généralement la question, même lorsque les dimensions de la molécule ne sont pas négligeables à côté des distances moléculaires, à des équations où les molécules sont censées concentrées en leurs centres de gravité et où les seules distances à considérer sont celles de ces centres. Alors on emploiera les équations (3) et (4).

NOTATIONS DE BRAVAIS

4. Il me reste, avant d'exposer ma méthode de calcul, à rappeler quelques dénominations imaginées par Bravais dans le *Mémoire sur les systèmes formés par des points distribués régulièrement sur un plan ou dans l'espace* (*).

(*) Paris, Bachelier, 1850. Un volume in-4°, de 128 pages.

Des points distribués en ligne droite et équidistants constituent une *rangée*.

L'intervalle de deux points consécutifs de la rangée est appelé *paramètre*, et chaque point, *sommet*.

Les points distribués sur un plan comme les sommets de parallélogrammes égaux et jointifs forment un *réseau*; le parallélogramme est dit *générateur*, et les rangées que forment les côtés adjacents prolongés sont *conjuguées*. Le parallélogramme générateur d'un réseau ne contient aucun sommet à l'intérieur. Il y a, pour chaque sommet, une infinité de parallélogrammes qui jouissent de la même propriété et déterminent deux séries de rangées parallèles contenant tous les sommets du réseau. Bravais a démontré qu'ils avaient tous la même surface et les a qualifiés d'*équivalents*.

Les points distribués dans l'espace comme les sommets de parallélépipèdes égaux et jointifs forment un *assemblage régulier*; le parallélépipède type est désigné par l'épithète de *générateur*, et les rangées déterminées par le prolongement indéfini de trois côtés adjacents sont dites *conjuguées*. Le parallélépipède générateur d'un assemblage régulier ne contient aucun sommet à l'intérieur; on peut, en un même sommet, en trouver une infinité qui remplissent cette condition et répondent à trois systèmes de rangées conjuguées contenant tous les sommets de l'assemblage. Bravais a démontré qu'ils avaient le même volume, et les a qualifiés, ainsi que les systèmes de rangées correspondants, d'*équivalents*.

Chaque parallélogramme générateur dans un réseau et chaque parallélépipède générateur dans un assemblage correspond à un sommet unique, les autres sommets étant attribués aux parallélogrammes ou aux parallélépipèdes adjacents. Si l'on prend pour axes des coordonnées d'un assemblage régulier trois rangées conjuguées, dont les paramètres soient respectivement h, k, l, les coordonnées d'un sommet quelconque seront

$$x = \xi h, \quad y = \eta k, \quad z = \zeta l, \tag{5}$$

ξ, η, ζ étant des nombres entiers, positifs ou négatifs; et toute valeur fractionnaire d'un ou plusieurs de ces nombres correspond à un point situé entre les sommets de l'assemblage.

APPROXIMATIONS

5. Un caractère distinctif des corps discontinus, formés de molécules ou de parcelles distinctes obéissant à des actions à distance, est que les déplacements successifs varient très peu d'une molécule ou parcelle à l'autre dans les mouvements imprimés, en sorte que leurs positions relatives persistent dans la suite des temps quand il n'y a pas eu de phénomène capable de produire une rupture ou un changement chimi-

que. Donc, dans ce cas très étendu, on peut regarder les positions occupées par les centres de gravité des molécules dans l'état actuel comme des fonctions de celles qu'ils occupaient en un autre moment, réel ou fictif, ou de celles que des molécules similaires occupent en une autre partie du corps. Cette remarque permet de voir dans les positions actuelles des centres de gravité le résultat d'une déformation imprimée à un état de corps où ces centres étaient régulièrement distribués. Je considère ici, pour plus de simplicité, un corps pur, et j'en ferai autant jusqu'à la fin. Les centres de gravité étaient alors déterminés, dans l'état antérieur, par leurs coordonnées ξh, ηk, ζl; ils le sont, dans l'état actuel, par leurs coordonnées rectangulaires x, y, z; donc celles-ci sont fonctions des premières et de quantités communes à toutes, telles que le temps t et des constantes. On peut donc écrire :

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} x &= f_1(\xi h, \eta k, \zeta l, t),\\ y &= f_2(\xi h, \eta k, \zeta l, t),\\ z &= f_3(\xi h, \eta k, \zeta l, t),\end{aligned}\right.$$

ou, en recourant à la série de Maclaurin et représentant par p, q, r, etc., ce que deviennent les fonctions, puis les dérivées premières, secondes, etc., de (6) quand on y fait à la fois $\xi = \eta = \zeta = o$:

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} x &= p_1 + q'_1\,\xi h + q''_1\,\eta k + q'''_1\,\zeta l\\ &\quad + \frac{1}{2}\left\{\begin{aligned} &r'_1\xi^2h^2 + r''_1\eta^2k^2 + r'''_2\zeta^2l^2 + 2r_1^{\text{IV}}\,\xi\eta hk + \\ &\qquad 2r_1^{\text{V}}\,\eta\zeta kl + 2r_1^{\text{VI}}\zeta\xi lh\end{aligned}\right\}\\ &\quad + \text{etc.},\\ y &= p_2 + q'_2\,\xi h + q''_2\,\eta k + q'''_2\,\zeta l,\\ &\quad + \frac{1}{2}\left\{\begin{aligned} &r'_2\xi^2h^2 + r''_2\eta^2k^2 + r'''\zeta^2l^2 + 2r_2^{\text{IV}}\xi\eta hk + \\ &\qquad 2r_2^{\text{V}}\,\eta\zeta kl + 2r_2^{\text{VI}}\zeta\xi lh\end{aligned}\right\}\\ &\quad + \text{etc.},\\ z &= p_3 + q'_3\,\xi h + q''_3\,\eta k + q'''_3\,\zeta l,\\ &\quad + \frac{1}{2}\left\{\begin{aligned} &r'_3\xi^2h^2 + r''_3\eta^2k^2 + r'''_3\zeta^2l^2 + 2r_3^{\text{IV}}\,\xi\eta hk + \\ &\qquad 2r_3^{\text{V}}\,\eta\zeta kl + 2r_3^{\text{VI}}\zeta\xi lh\end{aligned}\right\}\\ &\quad + \text{etc.},\end{aligned}\right.$$

Cela posé, et en se basant sur remarque faite au commen ent de ce N°, on verra que les fonctions (6) changent avec une extr me lenteur pour les valeurs de ξ, η, ζ; les dérivées sont donc fort petites, et comme on peut toujours choisir l'origine des coordonnées obliques ξh, ηk, ζl dans la partie à étudier en sorte que ξ, η, ζ, soient médiocrement grands, on aura les coordonnées des centres de molécules avec une approximation généralement très satisfaisante dans un espace de quelques millimètres de diamètre si l'on se borne à la première ligne des seconds membres (7) ; c'est-à-dire si l'on écrit

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} x &= p_1 + q_1'\xi h + q''_1\eta k + q'''_1\zeta l,\\ y &= p_2 + q_2'\xi h + q''_2\eta k + q'''_2\zeta l,\\ z &= p_3 + q_3'\xi h + q''_3\eta k + q'''_3\zeta l,\end{aligned}\right.$$

MÉTHODE DE CALCUL

6. La méthode de calcul découle immédiatement des équations précédentes.

Je pose

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} q'_1 h &= h'\cos(h'x), & q''_1 k &= k'\cos(k'x), & q_1''' l &= l'\cos(l'x),\\ q'_2 h &= h'\cos(h'y), & q''_2 k &= k'\cos(k'y), & q_2''' l &= l'\cos(l'y),\\ q'_3 h &= h'\cos(h'z), & q''_3 k &= k'\cos(k'z), & q_3''' l &= l'\cos(l'z).\end{aligned}\right.$$

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} (q'^2_1 + q'^2_2 + q'^2_3)h^2 &= h'^2,\\ (q''^2_1 + q''^2_2 + q''^2_3)\,k^2 &= k'^2,\\ (q'''^2_1 + q'''^2_2 + q'''^2_3)\,l^2 &= l'^2\,;\end{aligned}\right.$$

h', k', l', seront visiblement ce que les paramètres h, k, l, de l'état antérieur sont devenus dans l'état actuel. Si maintenant je substitue les valeurs (9) dans les relations (8), je trouve

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} x &= p_1 + \xi h'\cos(h'x) + \eta k'\cos(k'x) + \zeta l'\cos(l'x),\\ y &= p_2 + \xi h'\cos(h'y) + \eta k'\cos(k'y) + \zeta l'\cos(l'y),\\ z &= p_3 + \xi h'\cos(h'z) + \eta k'\cos(k'z) + \zeta l'\cos(l'z).\end{aligned}\right.$$

Il suit de ces formules que, si on prend pour axes de coordonnées obliques les paramètres h', k', l', indéfiniment prolongés, les centres de molécules seront déterminés par les coordonnées $\xi h'$, $\eta k'$, $\zeta l'$, où les nombres ξ, η, ζ, reçoivent les mêmes valeurs entières que dans l'état antérieur, c'est-à-dire que les centres de gravité sont régulièrement distribués , en donnant à ce mot le même sens que Bravais.

Ainsi la première approximation de la position des molécules consiste à les supposer distribuées régulièrement. Quand on veut une approximation plus grande ou qu'on en a besoin, on recourt à la seconde ligne des équations (7) et on modifie en conséquence les résultats obtenus; mais la première approximation permet déjà d'arriver à des résultats remarquables. Je bornerai ma communication à en donner quelques-uns d'une façon succincte.

DENSITÉ

7. Je commence par la densité. Dans un corps soumis à une même loi variable suivant les points considérés, on appelle densité du corps

en un point la limite vers laquelle tendent les quotients successifs de divisions dont les dividendes sont les masses, et les diviseurs sont les volumes des parcelles contenant ce point et décroissantes en renfermant un nombre de molécules proportionné au volume. Or la limite d'une semblable parcelle dans un corps pur est le parallélépipède générateur de l'assemblage auquel se rapportent, en première approximation, les molécules dans le voisinage très rapproché du point considéré, et la masse est celle de la molécule afférente au parallélépipède. D'où l'on conclut que la masse de la molécule est égale au produit de la densité par le volume du parallélépipède générateur dans chaque état donné. Si donc on représente par V_0 le volume du parallélépipède générateur au centre donné et à l'instant t_0, par ρ_0 la densité dans les mêmes circonstances, on aura $V_0\rho_0$ pour la masse de la molécule quand $t = t_0$, et $V\rho$ pour toute autre valeur t; m, la masse de la molécule est invariable: donc

$$(12) \qquad V\rho = V_0\rho_0.$$

D'autre part si $\Delta x'_0$, $\Delta y'_0$, $\Delta z'_0$; $\Delta x''_0$, $\Delta y''_0$, $\Delta z''_0$; $\Delta x'''_0$, $\Delta y'''_0$, $\Delta z'''_0$ sont les projections respectives des paramètres h, k, l à l'instant $t = t_0$, et si ces mêmes signes privés de l'indice $_0$ désignent les projections respectives de ce que sont devenus ces paramètres à l'instant t, j'aurai, en vertu de formules connues

$$V = \begin{vmatrix} \Delta x' & \Delta y' & \Delta z' \\ \Delta x'' & \Delta y'' & \Delta z'' \\ \Delta x''' & \Delta y''' & \Delta z''' \end{vmatrix} \qquad V_0 = \begin{vmatrix} \Delta x'_0 & \Delta y'_0 & \Delta z'_0 \\ \Delta x''_0 & \Delta y''_0 & \Delta z''_0 \\ \Delta x'''_0 & \Delta y'''_0 & \Delta z'''_0 \end{vmatrix}$$

et partant

$$(13) \qquad \rho_0 \begin{vmatrix} \Delta x'_0 & \Delta y'_0 & \Delta z'_0 \\ \Delta x''_0 & \Delta y''_0 & \Delta z''_0 \\ \Delta x'''_0 & \Delta y'''_0 & \Delta z'''_0 \end{vmatrix} = \rho \begin{vmatrix} \Delta x' & \Delta y' & \Delta z' \\ \Delta x'' & \Delta y'' & \Delta z'' \\ \Delta x''' & \Delta y''' & \Delta z''' \end{vmatrix}$$

Mais les coordonnées au temps t peuvent être considérées comme des fonctions des coordonnées au temps t_0, et l'on peut écrire

$$(14) \quad x = f_1(x_0, y_0, z_0, t), \; y = f_2(x_0, y_0, z_0, t), \; z = f_3(x_0, y_0, z_0, t);$$

d'où

$$(15) \qquad \Delta x = q'_1 \Delta x_0 + q''_1 \Delta y_0 + q'''_1 \Delta z_0, \text{ etc};$$

et

$$\rho \begin{vmatrix} \Delta x' & \Delta y' & \Delta y' \\ \Delta x'' & \Delta y'' & \Delta z'' \\ \Delta x''' & \Delta y''' & \Delta z''' \end{vmatrix}$$

$$= \rho \begin{vmatrix} q'_1\Delta x'_0 + q''_1\Delta y'_0 + q'''_1\Delta z'_0 & q'_2\Delta x'_0 + \text{etc.}, & q'_3\Delta x'_0 + \text{etc.} \\ q'_1\Delta x''_0 + q''_1\Delta y''_0 + q'''_1\Delta z''_0 & q'_2\Delta x''_0 + \text{etc.}, & q'_3\Delta x''_0 + \text{etc.} \\ q'_1\Delta x'''_0 + q''_1\Delta y'''_0 + q'''_1\Delta z'''_0 & q'_2\Delta x'''_0 + \text{etc.}, & q'_3\Delta x'''_0 + \text{etc.} \end{vmatrix}$$

$$= \rho \begin{vmatrix} q'_1 & q''_1 & q'''_1 \\ q'_2 & q''_2 & q'''_2 \\ q'_3 & q''_3 & q'''_3 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \Delta x'_0 & \Delta y'_0 & \Delta z'_0 \\ \Delta x''_0 & \Delta y''_0 & \Delta z''_0 \\ \Delta x'''_0 & \Delta y'''_0 & \Delta z'''_0 \end{vmatrix}$$

d'après la règle de multiplication des déterminants. En substituant cette valeur dans le second membre de (13), et divisant par le facteur commun, il vient

$$\rho_0 = \rho \begin{vmatrix} q'_1 & q''_1 & q'''_1 \\ q'_2 & q''_2 & q'''_2 \\ q'_3 & q''_3 & q'''_3 \end{vmatrix} \tag{16}$$

équation connue depuis longtemps avec des notations un peu différentes. Lagrange la donne dans *la Mécanique analytique* pour le cas particulier de $\rho_0 = \rho$ (*); Poisson en donne dans son *Traité de mécanique* la dérivée première sous la forme

$$\frac{d\rho u}{dx} + \frac{d\rho v}{dy} + \frac{d\rho w}{dz} + \frac{d\rho}{dt} = o.$$

Je dois me borner à ces indications.

FORCES ÉLASTIQUES

8. J'arrive à l'étude des forces élastiques.

Si je partage un corps pur en deux parties par un plan, les actions moléculaires définies au n° 3 que les molécules situées d'un côté de ce plan exercent sur celles situées de l'autre côté ont une résultante qu'on peut attribuer à la surface. Pour l'évaluer, on divise par la pensée un des côtés du milieu en prismes appuyés à la surface et on suppose qu'on en multiplie indéfiniment le nombre en les conservant proportionnés entre eux quant au nombre de molécules qu'ils contiennent. Cela posé, on appelle *force élastique* en un point la limite vers laquelle tendent les quotients successifs de divisions dont le diviseur est l'aire de la base de prisme contenant le point dont il s'agit, et dont le dividende est la résultante des actions exercées sur les molécules du prisme par les molécules du côté opposé qui n'est point partagé. Comme il s'agit ici de très petites étendues, les molécules peuvent y être supposées régulièrement distribuées en première approximation; le plan, au moyen

(*) Troisième édition de M. Joseph Bertrand, t. II, Paris. Mallet Bachelier, 1855, p. 259.

d'un très léger changement d'orientation s'il le faut, peut être considéré comme un plan réticulaire de l'assemblage. Cela posé, la décomposition d'un des côtés du milieu en parallélépipèdes déliés conservant la proportion normale de molécules a visiblement pour limite un parallélépipède dont les côtés sont des rangées conjuguées au plan donné et dont la base est un parallélogramme générateur de ce plan. Une seule rangée appartient, comme molécules, au parallélépipède dont il s'agit; la valeur de la force élastique en un point est donc le quotient d'une division dont le dividende est la valeur de la résultante des actions exercées sur les molécules de la rangée conjuguée en ce point par les molécules situées de l'autre côté du plan et dont le diviseur est la valeur de l'aire du parallélogramme générateur. Il s'agit d'exprimer cette force élastique ou plutôt ses composantes par des formules.

EXPRESSIONS DES COMPOSANTES DES FORCES ÉLASTIQUES

9. Soit h le paramètre conjugué au plan donné que je désignerai par h, k et l deux paramètres conjugués situés dans ce plan; je prends pour origine des coordonnées le point donné O, pour axes des coordonnées les trois paramètres h, k, l indéfiniment prolongés et issus de O; les projections de la distance d'un centre de la rangée h à un centre situé de l'autre côté du plan pourront être représentées respectivement par ξh, ηk, ζl, où ξ, η, ζ sont des nombres entiers (n° 4) variant savoir: ξ de $+1$ à $+\infty$, et η, ζ de $+\infty$ à $-\infty$, mais où les petites valeurs interviennent seules d'une manière appréciable. Dès lors l'action éprouvée par le point M de la rangée extérieure h sous l'influence du point M′ situé de l'autre côté du plan aura pour composantes (voyez le n° 3), m' étant $= m$,

$$(17)\quad m^2\xi h\Sigma\,\frac{\mathfrak{S}_n{}^2 f_n}{r^{n+1}}, \qquad m^2\eta k\Sigma\,\frac{\mathfrak{S}_n{}^2 f_n}{r^{n+1}}, \qquad m^2\zeta l\Sigma\,\frac{\mathfrak{S}_n{}^2 f_n}{r^{n+1}}.$$

Les composantes de l'action totale seront donc des sommes de termes (17); et il faudra diviser ces sommes par l'aire du parallélogramme générateur, soit $kl \sin (kl)$; ce qui revient à sommer les quantités (17) divisées par $kl \sin (kl)$, quantité constante pour toutes. J'ai d'ailleurs

$$(18)\quad r^2 = \xi^2 h^2 + \eta^2 k^2 + \zeta^2 l^2 + 2\xi\eta hk \cos (hk) + 2\eta\zeta kl \cos (kl) + 2\zeta\xi lh \cos (lh).$$

Or, si je considère les groupes binaires de molécules ayant les mêmes valeurs de η et ζ, je vois qu'il y en a un seul pour lequel $\xi = 1$, deux pour lesquels $\xi = 2$, trois pour lesquels $\xi = 3$, et généralement a pour

lesquels $\xi = a$; je peux donc réunir ces groupes et je n'aurai plus à sommer que les quantités

$$(19)\quad \frac{m^2\xi^2 h}{kl\sin(kl)}\sum\frac{\varpi_n{}^2 f_n}{r^{n+1}},\quad \frac{m^2\xi\eta k}{kl\sin(kl)}\sum\frac{\varpi_n{}^2 f_n}{r^{n+1}},\quad \frac{m^2\zeta\xi l}{kl\sin(kl)}\sum\frac{\varpi_n{}^2 f_n}{r_n{}^{+1}},$$

depuis $\xi = +1$ jusqu'à $\xi = +\infty$, et depuis η et $\zeta = -\infty$ jusqu'à η et $\zeta = +\infty$. Préalablement à cette sommation, je puis remplacer dans (19) l'un des facteurs m par la valeur $P\rho hkl$, le facteur P étant donné par l'une des deux formules équivalentes :

$$(20)\qquad P^2 = 1 - \cos^2(hk) - \cos^2(kl) - \cos^2(lh) + 2\cos(hk)\cos(kl)\cos(lh),$$

ou

$$(21)\qquad P = \begin{vmatrix} \cos(hx) & \cos(kx) & \cos(lx) \\ \cos(hy) & \cos(ky) & \cos(ly) \\ \cos(hz) & \cos(kz) & \cos(lz) \end{vmatrix}$$

Moyennant cette substitution, l'expression des composantes de la force élastique sera

$$(22)\quad \frac{P\rho}{\sin(kl)}\mathrm{SSS}\, m\xi^2 h^2\sum\frac{\varpi_n f^2{}_n}{r^{n+1}},\quad \frac{P\rho}{\sin(kl)}\mathrm{SSS}\, m\xi\eta kh\sum\frac{\varpi_n{}^2 f_n}{r^{n+1}}$$
$$\frac{P\rho}{\sin(kl)}\mathrm{SSS}\, m\zeta\xi lh\sum\frac{{}_n{}^2 f_n}{r^{n+1}},$$

chaque signe sommatoire correspondant à une des variables ξ, η, ζ.

Ces expressions ne sont pas proportionnelles à ρ^2: il faut bien reconnaître cependant qu'elles donnent une seule valeur de la force élastique pour une valeur donnée de ρ, ce qui s'écarte de l'expérience. Toutefois, les corps purs n'existent pas à la surface du globe, puisque tous les milieux sont imprégnés d'éther, et les corps mélangés fournissent des formules plus aptes à interpréter les faits. Des vibrations régulières peuvent aussi intervenir. Je ne puis pas exposer ici les discussions; je me bornerai à dire que des études entreprises à ce sujet me permettent d'affirmer la possibilité d'un accord entre le système exposé au n° 2 et les faits d'expérience.

GRANDEUR DES ACTIONS MOLÉCULAIRES

10. Les bornes assignées aux communications par les règlements de l'Association ne me permettent pas de détailler les conséquences des formules (22), conséquences applicables aussi aux forces élastiques des corps mélangés ; je vais en indiquer seulement les principales.

En recourant aux formules du calcul des différences pour évaluer les

expressions (22), on voit que leur valeur est composée de deux parties; l'une due aux molécules situées aux distances insensibles, l'autre aux molécules situées aux distances sensibles. La première est le produit d'une quantité finie multipliée par $\frac{mf_n}{h^{n-1}}$; la seconde, le produit d'une quantité finie multipliée par f_n. Il s'en suit que la première partie est négligeable à côté de la seconde pour $n = 2$ ou $= 3$; qu'elle y est comparable pour $n = 4$, mais que la seconde partie devient insensible à côté de la première dès que $n = 5$ ou > 5. Or, l'expérience nous montrant que les actions moléculaires sont insensibles aux distances sensibles, il faut que l'on ait $n > 4$. De plus, les forces élastiques étant finies, il faut que $\frac{mf_n}{h^{n-1}}$ le soit aussi, autrement dit que f_n soit d'ordre h^{n-4}. C'est tout ce que j'ai pu constater jusqu'à présent sur les termes constitutifs de l'action moléculaire (n° 3).

FORCES ÉLASTIQUES SUR DES PLANS CONJUGUÉS

11. Je désigne par E_A la force élastique sur un plan A, par E_{Ai} la composante de cette force élastique parallèle aux coordonnées i, et je désigne les plans par leur normale ou, suivant le cas, leur paramètre conjugué. Ceci posé, je démontre aisément que les composantes (22) peuvent être remplacées par les moitiés d'expressions similaires où ξ est pris, tout comme η et ζ, entre $\pm\infty$. J'aurai donc, en écrivant simplement $\Sigma\ldots$ à la place de $\Sigma\frac{\mathfrak{S}\, n^2 f}{r^{n+1}}$, afin d'abréger :

$$(23)\quad \left\{\begin{array}{ll}
E_{hh} = \frac{P\rho}{2\sin(kl)}\,SSS\, m\xi^2 h^2\Sigma\ldots, & E_{hk} = \frac{P\rho}{2\sin(kl)}\,SSS\, m\xi\eta\, hk\Sigma\ldots, \\
 & E_{hl} = \frac{P\rho}{2\sin(kl)}\,SSS\, m\zeta\xi\, lh\Sigma\ldots, \\
E_{kh} = \frac{P\rho}{2\sin(lh)}\,SSS\, m\xi\eta\, hk\Sigma\ldots, & E_{kk} = \frac{P\rho}{2\sin(lh)}\,SSS\, m\eta^2 k^2\Sigma\ldots, \\
 & E_{kl} = \frac{P\rho}{2\sin(lh)}\,SSS\, m\eta\zeta\, kl\Sigma\ldots, \\
E_{lh} = \frac{P\rho}{2\sin(hk)}\,SSS\, m\zeta\xi\, lh\Sigma\ldots, & E_{lk} = \frac{P\rho}{2\sin(hk)}\,SSS\, m\eta\zeta\, kl\Sigma\ldots, \\
 & E_{ll} = \frac{P\rho}{2\sin(hk)}\,SSS\, m\zeta^2 l^2\Sigma\ldots,
\end{array}\right.$$

les expressions des composantes sur un plan se déduisant de celles sur

l'autre par une permutation de lettres. Si les plans conjugués sont perpendiculaires entre eux, on voit aisément que les formules se réduisent à

$$(24)\quad \left\{\begin{array}{l} E_{hh} = \frac{1}{2}\rho SSS\, m\zeta^2 h^2 \Sigma.., = E_h, \quad E_{hk} = o, \quad E_{hl} = o; \\ E_{kh} = o, \quad E_{kk} = \frac{1}{2}\rho SSS\, m\eta^2 k^2 \Sigma.., = E_k, \quad E_{kl} = o; \\ E_{lh} = o, \quad E_{lk} = o, \quad E_{ll} = \frac{1}{2}\rho SSS\, m\zeta^2 l^2 \Sigma.., = E_l. \end{array}\right.$$

Enfin, si le parallélépipède générateur est un cube, $h = k = l$, et

$$(25)\qquad E_h = E_k = E_l = E.$$

Les formules de transformation des coordonnées se simplifient quand on passe d'un système d'axes conjugués à un autre. En considérant deux systèmes d'axes conjugués, et les formules de transformation des coordonnées, les expressions (23) permettent d'exprimer les composantes sur le plan h' en fonction des composantes (23), et d'en déduire, en fonction de E_{hh}, E_{hk}, etc., les composantes $E_{h'h}$, $E_{h'k}$, $E_{h'l}$. On a donc parallèlement aux paramètres h, k, l les composantes de la force élastique sur un plan réticulaire quelconque; on peut ensuite les exprimer en fonctions linéaires de E_{hh}, E_{hk}, etc., où les coefficients sont des fonctions de a, b, c, l'équation du plan étant :

$$(26)\qquad ax + by + cz = o.$$

Ces dernières expressions de $E_{h'h}$, $E_{h'h}$, $E_{h'l}$ peuvent être étendues par interpolation à tous les plans passant par l'origine, réticulaires ou non.

12. Si maintenant on applique ces formules à trois plans rectangulaires x, y, z (ces plans sont désignés par la coordonnée normale), on trouvera E_{xx}, E_{xy}, E_{xz}, etc., en fonction des composantes (23); et l'on vérifiera sur elle le théorème de Lamé donné avec des notations différentes.

$$(27)\qquad E = E, \quad E_{yx} = E_{xy}, \quad E_{zx} = E_{xz}.$$

Puis, en éliminant des expressions des composantes sur un quatrième plan les composantes (23) au moyen des expressions des composantes sur les trois plans x, y, z, on trouvera pour les valeurs de ces composantes

$$(28)\quad \begin{cases} \underset{Nx}{E} = \underset{xx}{E}\cos(Nx) + \underset{xy}{E}\cos(Ny) + \underset{xz}{E}\cos(Nz), \\ \underset{Ny}{E} = \underset{yx}{E}\cos(Nx) + \underset{yy}{E}\cos(Ny) + \underset{yz}{E}\cos(Nz), \\ \underset{Nz}{E} = \underset{zx}{E}\cos(Nx) + \underset{zy}{E}\cos(Ny) + \underset{zz}{E}\cos(Nz). \end{cases}$$

Elles ont été données par Lamé qui les a établies par des considérations mécaniques et en a déduit la théorie de l'ellipsoïde d'élasticité (*). Quand on les applique au cube générateur dans les assemblages qui en possèdent un, on a, en vertu de (24) et (25),

$$(29)\quad \underset{Nx}{E} = E\cos(Nx),\ \underset{Ny}{E} = E\cos(Ny),\ \underset{Nz}{E} = E\cos(Nz);$$

d'où

$$(30)\quad \underset{N}{E} = E,$$

et est perpendiculaire au plan N. Donc, dans tout assemblage contenant un parallélépipède générateur cubique, et dans ceux-là seuls qui en contiennent un, la force élastique ou résistance à la pression est la même dans tous les plans et y est toujours perpendiculaire ; ce qui constitue le *principe de Pascal*, et donne en même temps la condition de son existence.

M. ESCARY

Professeur au lycée de Tarbes.

VALEUR FINALE DE LA FONCTION Y_n POUR DES VALEURS INDÉFINIMENT CROISSANTES DE L'ENTIER n.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

La forme en intégrale définie sous laquelle Jacobi a mis la fonction Y_n de Laplace, permet d'obtenir très simplement la valeur finale de ce polynôme, pour des valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n. Pour y parvenir, nous emploierons une méthode enseignée par M. J. A. Serret dans son *Cours de Mécanique céleste* au Collège de France, pendant le second semestre de l'année 1872-1873. M. Serret avait pris pour exemple la fonction X_n de Legendre.

(*) *Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité dans les corps solides*, Paris, Bachelier, 1852.

La valeur en intégrale définie de la fonction Y_n, et dont nous venons de parler, est comme on sait :

$$Y_n = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{[\cos\varphi + i\sin\varphi\cos(\theta' - \alpha)]^n\, d\alpha}{[\cos\omega + i\sin\omega\cos(\theta - \alpha)]^{n+1}}$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} \frac{[\cos\varphi + i\sin\varphi\cos(\theta' - \alpha)]^n\, d\alpha}{[\cos\omega + i\sin\omega\cos(\theta - \alpha)]^{n+1}};$$

ou encore, à cause de l'opposition de signe des fonctions $\cos(\theta' - \alpha)$ et $\cos(\theta - \alpha)$ dans le premier et le second quadrant, nous pouvons écrire

$$Y_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{[\cos\varphi + i\sin\varphi\cos(\theta' - \alpha)]^n\, d\alpha}{[\cos\omega + i\sin\omega\cos(\theta - \alpha)]^{n+1}}$$

$$+ \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{[\cos\varphi - i\sin\varphi\cos(\theta' - \alpha)]^n\, d\alpha}{[\cos\omega - i\sin\omega\cos(\theta - \alpha)]^{n+1}}$$

Sous cette dernière forme, nous observerons d'abord que nous pouvons supposer les arguments φ et $\theta' - \alpha$ du numérateur, ramenés tous les deux au premier quadrant, respectivement supérieurs à ceux ω et $\theta - \alpha$ du dénominateur, compris également entre zéro et $\frac{\pi}{2}$. Car s'il n'en était pas ainsi, on pourrait toujours modifier les valeurs de A, B, C dans l'identité

$$\frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{d\alpha}{A + iB\cos\alpha + iC\sin\alpha},$$

de façon à amener ce résultat. Alors le module de la quantité sous le signe d'intégration, est

$$\frac{(1 - \sin^2\varphi\sin^2(\theta' - \alpha))^{\frac{n}{2}}}{(1 - \sin^2\omega\sin^2(\theta - \alpha))^{\frac{n+1}{2}}},$$

et on voit qu'il converge vers zéro, pour des valeurs indéfiniment croissantes de n.

Maintenant on a

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} = \int_0^{\beta} + \int_{\beta}^{\frac{\pi}{2}},$$

et, dans la question actuelle, nous pouvons supposer β très petit. En effet, en posant

$$[1 - \sin^2\varphi \sin^2(\theta' - \alpha)]^{\frac{1}{2}} = \rho, \quad [1 - \sin^2\omega \sin^2(\theta - \alpha)]^{\frac{1}{2}} = \rho',$$

puis faisant

$$\cos\varphi + i \sin\varphi \cos(\theta' - \alpha) = \rho e^{\omega i}, \quad \cos\omega + i \sin\omega \cos(\theta - \alpha) = \rho e^{\omega' i},$$

on aura

$$Yn = \frac{2}{\pi} \int_0^{\beta} \frac{\rho n}{\rho' n + 1} \cos[n(\omega - \omega') - \omega'] \, d\alpha$$

$$+ \frac{2}{\pi} \int_{\beta}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\rho n}{\rho' n + 1} \cos[n(\omega - \omega') - \omega'] d\alpha.$$

Or, la seconde intégrale est inférieure à

$\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) \frac{\rho n}{\rho' n + 1}$, ou à $\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) e^{-n(\gamma - \delta) + \delta}$, expression dans laquelle on a posé, pour abréger,

$$\gamma = \frac{1}{4} \sin^2\varphi \sin^2(\theta' - \beta) \text{ et } \delta = \frac{1}{4} \sin^2\omega \sin^2(\theta - \beta).$$

Comme d'après ce que nous avons supposé, on a $\gamma > \delta$, on voit que cette intégrale converge vers zéro pour des valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n. En remarquant les identités, à savoir :

$$\cos\varphi + i \sin\varphi \cos\alpha = e^{\varphi i} \left[1 - 2e^{\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) i} \sin\varphi \sin^2 \frac{\alpha}{2}\right],$$

$$\cos\omega + i \sin\omega \cos\alpha = e^{\omega i} \left[1 - 2e^{\left(\frac{\pi}{2} - \omega\right) i} \sin\omega \sin^2 \frac{\alpha}{2}\right],$$

$$\cos\varphi - i \sin\varphi \cos\alpha = e^{-\varphi i} \left[1 + 2e^{\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) i} \sin\varphi \sin^2 \frac{\alpha}{2}\right],$$

$$\cos\omega - i \sin\omega \cos\alpha = e^{-\omega i} \left[1 + 2e^{\left(\frac{\pi}{2} + \omega\right) i} \sin\omega \sin^2 \frac{\alpha}{2}\right],$$

observant, d'après ce qui précède, que dans la dernière valeur de Y_n, on peut négliger la seconde intégrale et remplacer, dans la première, la limite supérieure par $+\infty$, puisque les quantités qu'on néglige et qu'on ajoute ainsi, sont infiniment petites, remplaçant enfin $\theta' - \alpha$ et $\theta - \alpha$ par α, ce qui est alors permis, on peut écrire,

$$Y_n = \frac{1}{\pi} e^{[n(\varphi - \omega) - \omega]i} \int_0^\infty [1 - 2 e^{(\frac{\pi}{2} - \varphi)i} \sin\varphi \sin^2\frac{\alpha}{2}]^n$$

$$\times [1 - 2 e^{(\frac{\pi}{2} - \omega)i} \sin\omega \sin^2\frac{\alpha}{2}]^{-n-1} d\alpha$$

$$+ \frac{1}{\pi} e^{-[n(\varphi - \omega) - \omega]i} \int_0^\infty [1 + 2 e^{(\frac{\pi}{2} + \varphi)i} \sin\varphi \sin^2\frac{\alpha}{2}]^n$$

$$\times [1 + 2e^{(\frac{\pi}{2} + \omega)i} \sin\omega \sin^2\frac{\alpha}{2}]^{-n-1} d\alpha.$$

Faisant encore, puisque α peut être supposé très petit,

$$n \log [1 - 2e^{(\frac{\pi}{2} - \varphi)i} \sin\varphi \sin^2\frac{\alpha}{2}] = n \log [1 - \frac{1}{2} e^{(\frac{\pi}{2} - \varphi)i} \sin\varphi \,.\, \alpha^2]$$

$$= - \frac{n}{2} e^{(\frac{\pi}{2} - \varphi)i} \sin\varphi \,.\, \alpha^2 = - a\alpha^2, \quad \frac{n+1}{2} e^{(\frac{\pi}{2} - \omega)i} \sin\omega \,.\, \alpha^2$$

$$= b \,.\, \alpha^2, \quad \frac{n}{2} e^{(\frac{\pi}{2} + \varphi)i} \sin\varphi \,.\, \alpha^2 = a_1\alpha^2, \quad - \frac{n+1}{2} e^{(\frac{\pi}{2} + \omega)i} \sin\omega \,.\, \alpha^2$$

$$= - b_1\alpha^2,$$

on a enfin,

$$Y_n = \frac{1}{\pi} e^{[n(\varphi - \omega) - \omega]i} \int_0^\infty e^{-(a - b)\alpha^2} d\alpha + \frac{1}{\pi} e^{-[n(\varphi - \omega) - \omega]i}$$

$$\times \int_0^\infty e^{(a_1 - b_1)\alpha^2} d\alpha.$$

Dans les deux intégrales du second membre, on constate, en ayant égard

à l'hypothèse de φ supérieur à ω, que la partie réelle de $a - b$ est positive, et que celle de $a_1 - b_1$ est négative; donc on aura toute réduction faite,

$$Y_n = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{e^{[n(\varphi - \omega) - \omega]i}}{\sqrt{n \sin\varphi \; e^{(\frac{\pi}{2} - \varphi)i} + (n+1) \sin\omega \; e^{-(\frac{\pi}{2} + \omega)i}}} \right.$$

$$\left. + \frac{e^{-[n(\varphi - \omega) - \omega]i}}{\sqrt{n \sin\varphi \; e^{-(\frac{\pi}{2} - \varphi)i} + (n+1) \sin\omega \; e^{(\frac{\pi}{2} + \omega)i}}} \right]$$

Si, dans cette valeur, on fait $\omega = 0$, on voit qu'on tombe sur l'expression

$$Xn = \frac{\cos\left[(n + \frac{1}{2})\varphi - \frac{\pi}{4}\right]}{\sqrt{\frac{n\pi}{2} \sin\varphi}},$$

donnée par Laplace dans le livre XI de la *Mécanique céleste;* si l'on y fait $\varphi = 0$, on retombe sur cette même expression dans laquelle on remplacerait n par $n + 1$: ce qui devait être, d'après la symétrie de φ et de ω dans la valeur du radical, dont l'inverse donne naissance à ces fonctions.

Il est extrêmement remarquable, comme le fait observer l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* à l'égard de la fonction Xn, qu'un polynôme aussi compliqué que la fonction Yn pour des valeurs indéfiniment croissantes de n, puisse être représenté avec une approximation d'autant plus grande, que l'entier n est lui-même plus grand, par une expression d'une pareille simplicité. D'ailleurs, comme on le voit, ce résultat découle de la forme de cette fonction en intégrale définie, obtenue par Jacobi, et dans laquelle l'entier n entre seulement comme exposant. Nous avons donc là un nouvel exemple de la belle méthode d'analyse, inaugurée par Laplace dans sa *Théorie analytique des probabilités*, et qui a précisément pour objet la détermination des valeurs finales d'intégrales définies de cette forme.

M. BRIOSCHI

Directeur de l'Institut technique supérieur à Milan.

RECHERCHES SUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES LINÉAIRES DU SECOND ORDRE.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

1. Je supposerai connus les travaux de MM. Fuchs, Klein, Schwarz, Gordan, Jordan, Pierre Pépin, sur le même argument, et aussi ceux que j'ai publiés dans les *Mathemastische Annalen* (Bd. 11), dans les *Comptes Rendus* (décembre 1877, janvier 1878) et dans les *Annali di Matematica* (T. IX).

Cela posé, soient y_1, y_2 deux intégrales particulières de l'équation différentielle du second ordre :

$$y'' + py' + qy = 0$$

où $y' = \frac{dy}{dx}$, $y'' = \frac{d^2y}{dx^2}$; et p, q fonctions de x. Soit $f(y_1, y_2)$ une forme d'ordre m à coefficients constants, on aura :

$$f(y_1, y_2) = \mathrm{F}(x)$$

étant $\mathrm{F}(x)$ une fonction de x dont la nature dépendra évidemment de celle des intégrales particulières y_1, y_2 et de l'ordre de la forme f.

La fonction $j(x)$, comme il est connu, doit en général satisfaire à une équation différentielle linéaire de l'ordre $m + 1$. Cette équation peut se déterminer de la manière suivante. Soient :

$$h(y_1, y_2) = \frac{1}{2}(ff)_2 = f_{11}f_{32} - f_{12}^2;\ \theta(y_1, y_2) = 2(fh) = 2(f_1h_2 - f_2h_1)$$

$\left(f_1 = \frac{1}{m}\frac{df}{dy_1};\ f_{11} = \frac{1}{m(m-1)}\frac{d^2f}{dy_1^2}\ \ldots\right)$, deux covariants de la forme f; j'ai démontré qu'on a :

$$h(y_1, y_2) = \mathrm{H}(x);\ \theta(y_1, y^2) = \Theta(x)$$

étant :

$$\mathrm{H}(x) = \frac{\mu^2}{m^2(m-1)\mathrm{C}^2}\left[m\mathrm{F}f^{11} - (m-1)\mathrm{F}'^2 + mp\mathrm{F}\mathrm{F}' + m^2q\mathrm{F}^2\right]$$

$$\Theta(x) = \frac{\mu}{m(m-2)\,C'}\,[2(m-2)\,F'H - mFH']$$

et $\mu = e^{\int p dx}$. La constante C qu'on trouve dans ces deux expressions est celle de la relation connue :

$$y_2 y_1^1 - y_1 y_2^1 = \frac{C}{\mu}.$$

Si l'on suppose maintenant :

$$p_0 = 1, \quad p_1 = 0, \quad p_2 = H(x), \quad p_3 = \Theta(x)$$

$$p_{r+1} = \frac{\mu}{m(m-r)\,C}\,[r(m-2)\,F'p_r - mFp'_r] + \frac{r(m-1)}{m-r}\,p_2 p_{r-1}$$

on aura pour l'équation différentielle cherchée, la suivante :

$$\frac{\mu}{C}\,[(m-2)\,F'p_m - Fp'_m] + m(m-1)\,p_2 p_{m-1} = 0.$$

Ainsi pour $m = 2$, on aura :

$$p'_2 = H'(x) = 0$$

ou par la valeur de $H(x)$:

(1) $$F''' + 3pF'' + (p' + 2p^2 + 4q)\,F + 2(q' + 2pq)\,F = 0$$

Pour $m = 3$:

$$\frac{\mu}{C}\,[F'\Theta - F\Theta'] + 6H^2 = 0$$

ou par les valeurs de H, Θ :

$$F^{1r} + 6pF''' + AF'' + BF' + 3CF = 0$$

étant :

$$A = 4p' + 11p^2 + 10q, \quad B = p'' + 7pp' + 6p^3 + 10z + 10pq$$
$$C = z' + 3pz + 3q^2, \qquad z = q' + 2pq$$

enfin pour $m = 4$:

(2) $$F^r + 10p'F^{r} + [A + 6p' + 24p^2]\,F''' + [A' + 4pA + B]\,F''$$
$$+ [B' + 4pB + 8C]\,F' + 4(C' + 4pC)\,F = 0$$

étant : $$A = 4p' + 11p^2 + 20q, \quad B = p'' + 7pp' + 6p^3 + 10z + 20pq$$
$$C = z' + 3pz + 8q^2, \qquad z = q' + 2pq.$$

2. Si la forme $f(y_1, y_2)$ n'est pas générale, c'est-à-dire si l'équation $f(y_1, y_2) = 0$ a des facteurs qui ne soient pas linéaires; les fonctions $p_1, p_2, p_3 \ldots$ doivent vérifier certaines conditions et les équations différentielles supérieures pourront être substituées par d'autres.

Je suppose en premier lieu : $p_2 = \mathrm{H}(x) = 0$

en posant : $\mathrm{F} = \mathrm{P}^m$

la valeur de $\mathrm{H}(x)$ donne tout de suite l'équation différentielle suivante :

$$\mathrm{P}'' + p\mathrm{P}' + q\mathrm{P} = 0$$

et en effet dans ce cas la forme f n'est que la puissance $m^{\text{ième}}$ d'une fonction linéaire de y_1, y_2.

Soit : $p_3 z\, \Theta(x) = 0$

la valeur de $\Theta(x)$ donne :

$$\mathrm{H}(x = \mathrm{DF}^k(x), \quad k = 2\,\frac{m-2}{m}, \ \mathrm{D} \text{ constant.}$$

et l'on aura l'équation différentielle :

$$m^2\mathrm{F}^2\mathrm{F}''' - 3m(m-2)\,\mathrm{FF'F''} + 2(m-1)(m-2)\,\mathrm{F'}^3 + 3mp\mathrm{F}\,[m\mathrm{FF''}$$
$$-(m-2)\,\mathrm{F'}^2] + m^2(p^1 + 2p^2 + 4q)\,\mathrm{F}^2\mathrm{F}^1 + m^3 z\mathrm{F}^3 = 0$$

étant $z = q' + 2pq$

En supposant $m = 2r$ et $\mathrm{F} = \mathrm{P}^r\mathrm{Q}$ on déduit de la supérieure la suivante :

(3) $$\mathrm{L} + 3rp\mathrm{MQ} = r^2(p' + 2p^2 + 4q)\,\mathrm{NQ}^2 + 2r^3 z\mathrm{PQ}^3 = 0$$

les valeurs de L, M, N étant :

$$\mathrm{L} = r^3\mathrm{P'''Q}^3 + r^2(3\mathrm{P''Q'} + 3\mathrm{P'Q''} + \mathrm{PQ'''})\,\mathrm{Q}^2 - 3r(r-1)(\mathrm{P'Q'} + \mathrm{PQ''})$$
$$\mathrm{QQ'} + (r-1)(2r-1)\,\mathrm{PQ'}^3$$

(4) $$\mathrm{M} = r^2\mathrm{P'Q}^2 + r(2\mathrm{P'Q'} + \mathrm{PQ''}\mathrm{I}\,\mathrm{Q} - (r-1)\,\mathrm{PQ'}^2$$

$$\mathrm{N} = r\mathrm{P'Q} + \mathrm{PQ'}$$

Enfin si l'on pose : $g(y_1, y_2) = \frac{1}{2}(ff)_4 = \mathrm{G}(x)$

on a : $\mathrm{F}^2\mathrm{G}(x) = p_4 + 3p_2^{\,2}$

et si $\mathrm{G}(x) = 0$: $\frac{\mu}{\mathrm{C}}\left[3(m-2)\,\mathrm{F'}\Theta - m\mathrm{F}\Theta'\right] + 6m(m-2)\,\mathrm{H}^2 = 0$

ou l'équation différentielle suivante :

$$m(m-1)\,\mathrm{FF}'^r - 4(m-1)(m-3)\,\mathrm{F'F'''} + 3(m-2)(m-3)\,\mathrm{F''}^2$$
$$+ 6mp\,[(m-1)\,\mathrm{FF'''} - (m-3)\,\mathrm{F'F''}] + m\mathrm{AFF''} - (m-3)$$

(5) $$BF'^2 + mCFF' + m^2DF^2 = 0$$

dans laquelle :

$$A = (m-1)(4p' + 11p^2 - 44q) + 12m^2q,$$
$$B = 4(m-1)p' + (5m-2)p^2 + 4(m-1)(3m-2)q$$
(6) $$C = (m-1)[p'' + 7pp' + 6p^3 + 10q'] + 12(m^2 - 2m + 2)pq$$
$$D = (m-1)(z' + 3pz) + 6(m-2)^2q^2$$

3. Soient : (7) $$p = \frac{1}{2}\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)}, \quad q = \frac{\varkappa(x)}{\varphi(x)}$$

p, q étant deux polynômes des degrés s, $s-2$, M. Hermite et après lui M. Fuchs ont déjà démontré que dans ce cas on peut satisfaire à l'équation différentielle (1) en prenant pour F (x) un polynôme du degré n.

Pour l'équation (3) on obtient :

$$2\varphi L + 3r\varphi' MQ + r^2(\varphi'' + 8\varkappa)NQ^2 + 4r^3\varkappa' PQ^3 = 0$$

Soit : $$\varphi = Q\lambda$$

Q, λ deux polynômes en x; l'équation supérieure pourra se diviser par Q et l'on aura :

$$\lambda[2L + 3rMQ'] + Q[3r\lambda' M + r^2(\varphi'' + 8\varkappa)N + 4r^3\varkappa' PQ] = 0.$$

Or des valeurs (4) de L, M on déduit :

$$2L + 3rMQ' = QT + (r-1)(r-2)PQ'^3$$

en indiquant par T la quantité multipliée par Q dans l'expression du premier membre. En conséquence si $r = 2$, on peut diviser de nouveau par Q et l'on obtient l'équation différentielle suivante :

$$\lambda T + b\lambda' M + 4(\varphi'' + 8\varkappa)N + 32\varkappa' PQ = 0.$$

Soient t, i, les degrés des polynômes P, Q, l'équation ci-dessus sera du degré $t + i + s - 3$; elle donnera par conséquent $t + i + s - 2$ équations entre les coefficients des polynômes λ, $\varkappa$, P, Q. En supposant connus ceux de λ et de Q, on aurait à déterminer au moyen de ces équations les $t + s - 1$ coefficients de P, $\varkappa$; c'est-à-dire on doit avoir $i = 1$; et si $F = P^2Q$ est du degré n pair on aura $t = \frac{n-1}{2}$.

Étant $r = 2$, on a $m = 4$; or le cas général pour $m = 4$ conduit à l'équation différentielle (2). Si l'on suppose que p, q aient encore les valeurs (7) et F soit un polynôme de degré n, on aura une équation en x du degré $n + 2s - 5$, ou enfin $n + 2s - 4$, équations entre les coeffi-

cients de F, φ, $\varkappa$. En supposant indéterminés ceux de F, $\varkappa$, en nombre $n + s - 1$, on voit tout de suite qu'en supposant $s = 3$, ils pourront être déterminés en fonction des coefficients de φ.

On peut observer qu'étant $s = 3$ et par conséquent $\varkappa$ linéaire ; on aura $\varkappa'' = 0$, $\varphi'^{\text{IV}} = 0$ desquelles on déduit :

$$z' + 2pz = 0,\ p''' + 8pp'' + 6p'^2 + 24p^2p' + 8p^4 = 0$$

par conséquent si l'on suppose :

$$p' + 2p^2 + 16q = \lambda$$

les deux derniers termes de l'équation (2) deviendront :

$$[3p\lambda' + (p' + 8p^2 + 4q)\lambda]F' + \lambda = F$$

ou ces termes s'annulent pour $\lambda = 0$. Mais dans ce cas :

$$\varphi'' + 32\varkappa = 0$$

et l'équation (2) se transforme de la manière suivante :

$$\varphi^2 F^{\text{IV}} + 5\varphi\varphi' F'^{\text{IV}} + \frac{5}{8}(6\varphi'^2 + 7\varphi\varphi'')F''' + \frac{5}{16}(\varphi\varphi'\varphi'' + 5\varphi\varphi''')F'' = 0.$$

Soit $\varphi(x) = 4x^3 - g_2x - g_3$ et en conséquence $\varkappa = -\frac{3}{4}x$; le coefficient de x^{n-1} dans l'équation supérieure étant $= 16n(n-1)(n+1)(n+2)(n+3)$, on ne peut avoir que $n = 0$, $n = 1$, c'est-à-dire F constante ou linéaire en x.

4. Si $g(x) = 0$, on a l'équation différentielle (5). En supposant $\varphi(x)$ du troisième degré, on aura, comme nous avons vu, $z' + 2pz = 0$, et la valeur (6) de D donne

$$D = (m-1)\left[pz + 6\frac{(m-2)^2}{m-1}q^2\right] = \frac{m-1}{2\varphi^2}\left[\varkappa'\varphi' + 12\frac{(m-2)^2}{m-1}\varkappa^2\right]$$

si l'on suppose $D = 0$, on aura $F = \text{const}^{\text{e}}$ et l'équation :

$$\varkappa'\varphi' + 12\frac{(m-2)^2}{m-1}\varkappa^2 = 0$$

pour $\varphi = 4x^3 - g_2x - g_3$, $\varkappa = ux + \upsilon$, donne $\upsilon = 0$, $g_2 = 0$,

$u = -\frac{m-1}{(m-2)^2}$; en conséquence l'équation différentielle :

$$y'' + \frac{6x^2}{4x^3 - g_3}y' - \frac{m-1}{(m-2)^2}\frac{x}{4x^3 - g_3}y = 0$$

ou celle qu'on en déduit posant : $x^3 = \frac{1}{4} g_3 \xi$:

$$\frac{d^2y}{d\xi^2} + \frac{1}{6}\frac{4-7\xi}{\xi(1-\xi)}\frac{dy}{d\xi} + \frac{1}{36}\frac{m-1}{(m-2)^2}\frac{y}{\xi(1-\xi)} = 0$$

(équation hypergéométrique pour laquelle :

$$\alpha = \frac{1}{6}\frac{m-1}{m-2}, \quad \beta = -\frac{1}{6}\frac{1}{m-2}, \quad \gamma = \frac{2}{3})$$

donnera $f(y_1, y_2) = \text{const}^e$, en supposant que pour la forme f soit identiquement $\frac{1}{2}(ff)_4 = 0$. On sait que dans ce cas $m = 4, 6, 12$.

M. SALTEL

Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

SUR LE VOLUME DE LA SPHÈRE.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. RITTER

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Montpellier.

SUR QUELQUES CONSTRUCTIONS GRAPHIQUES DE VIÈTE RELATIVES A LA QUADRATURE DU CERCLE.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. DARBOUX

Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris.

SUR LA THÉORIE DU CERF-VOLANT.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. HERMARY
Capitaine d'Artillerie.

SUR LE JEU DU SOLITAIRE.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

Une théorie du jeu du solitaire a été donnée dans la *Nouvelle Correspondance mathématique* (tome III, page 234) par M. Charles Ruchonnet, d'après feu le docteur Reiss. Je crois devoir publier néanmoins celle qui suit, parce qu'elle est à la fois plus simple et plus générale que la précédente.

DESCRIPTION DU JEU

I. — Le jeu du solitaire, comme l'indique son nom, est joué par une personne seule; il consiste en réalité dans la recherche de certains problèmes de géométrie de position.

Les objets nécessaires pour pratiquer ce jeu sont : une planchette percée de trous que j'appellerai *solitaire* et des *fiches* qui peuvent être placées dans ces trous. Les trous occupent les sommets d'une série de carrés juxtaposés comme les cases d'un échiquier, de sorte qu'ils forment des lignes et des colonnes dans deux directions rectangulaires. Pour me conformer à un usage consacré par plusieurs auteurs, j'emploierai généralement les termes de *cases* et de *boules* pour désigner les trous et les fiches.

Comme on le verra plus loin, on emploie des solitaires de plusieurs modèles et on pourrait évidemment en imaginer une infinité. Ces modèles diffèrent par le nombre de trous et par la forme du polygone minimum qui les comprend tous. Le plus usuel porte trente-sept trous compris dans un octogone (voir figure *e*) (*).

RÈGLE DU JEU

II. — J'appellerai consécutives les cases qui se succèdent sans interruption sur une colonne ou sur une ligne (les cases qui occupent les sommets opposés d'un carré de quatre cases ne sont pas consécutives.

(*) Quand on n'a pas de *jeu de solitaire* à sa disposition, on y supplée facilement avec un damier et des pions.

Le coup du solitaire affecte trois cases consécutives, telles que A, B et C. *L'une des cases extrêmes, C, étant vide et les deux autres étant occupées chacune par une boule, on prend la boule qui est en A, on la passe en C, et on enlève celle qui était en B.*

A	B	C

Fig. *a*.

Le problème que l'on se propose de résoudre est habituellement celui-ci : *toutes les cases du solitaire étant occupées, sauf une seule, déterminer la série des coups à jouer pour n'avoir plus qu'une seule boule dans une case quelconque.*

D'une manière plus générale :

Une position quelconque étant donnée, trouver la série des coups à jouer pour arriver à une autre position donnée.

EXTENSION DE LA RÈGLE

III. — Les théorèmes que je me propose de démontrer s'appliquent encore lorsqu'on donne à la règle diverses extensions que je vais indiquer dès maintenant, parce qu'elles faciliteront la démonstration.

1re extension. — J'appellerai *coup soustractif* le coup qui a été défini ci-dessus (n° II), et j'admettrai de même le *coup additif* qui se jouera comme il suit : *la case C étant occupée et les cases A et B vides, je passe la boule de C en A et j'ajoute une autre boule en B.*

On remarquera que, dans l'un comme dans l'autre de ces deux coups, le nombre des boules de chaque case a été modifié d'une unité, dans un certain sens pour la case C, et dans l'autre sens pour les deux autres cases ; je dirai en conséquence que ces deux coups ont porté sur la case C.

2me extension. — Je supposerai le solitaire indéfini dans tous les sens.

3me extension. — Je me donnerai la faculté de placer plusieurs boules à la fois dans la même case.

CONSÉQUENCES IMMÉDIATES DE CES EXTENSIONS

IV. — Soient (figure *b*) plusieurs cases consécutives, A, B, C, D.

A	B	C	D

Fig. *b*

Je joue un coup additif de A en C, puis un coup soustractif de B en D. Le résultat est le même que si j'avais transporté une boule de A en D. Donc *on peut toujours faire franchir à une boule deux cases consécutives, dans un sens quelconque, sur une ligne ou sur une colonne.*

V. — On peut en conséquence réunir toutes les boules d'un solitaire sur un carré de 9 cases contiguës.

VI. — En partant d'une boule située dans une case quelconque, je puis arriver à en placer une dans une autre case déterminée, et cela par tous les chemins possibles, en laissant au besoin des boules sur le trajet parcouru. Je pourrai ensuite, par une marche inverse, remettre le jeu dans son état primitif. Donc, *tant qu'il existe encore au moins une boule sur le jeu, on peut, pour les besoins du raisonnement, supposer qu'il en existe également une, momentanément, dans une case donnée.*

VII. — Si on admet que le nombre des boules d'une case peut devenir négatif, la conséquence précédente subsiste, même quand il n'existe plus aucune boule sur le jeu.

VIII. — Je joue un coup soustractif de A en C (figure *b*), puis un autre de C en A; j'aurai, en définitive, diminué de deux unités le nombre de boules de la case B. Donc, en vertu du n° VI, et en réservant le cas où les autres cases du solitaire seraient toutes vides, cas sur lequel je reviendrai, *je puis toujours supprimer deux boules dans une même case autant de fois que cela est possible.*

IX. — On peut également ajouter deux boules dans une même case et, enfin, transporter deux boules d'une case dans une autre.

X. — Par un coup additif, je passe de deux boules dans une même case, à trois boules dans trois cases consécutives. *Sous la réserve exprimée ci-dessus* (n° VIII), *je puis donc toujours supprimer trois boules simultanément dans trois cases consécutives.*

XI. — Si j'admets la conséquence précédente, même dans le cas réservé, et si ce cas se présente, j'arriverai à vider complètement le solitaire, mais je saurai que ce résultat doit toujours être considéré comme équivalant à un résidu de trois boules dans trois cases consécutives. Le choix des trois cases est d'ailleurs indifférent parce que tous les résidus que l'on peut former ainsi se transforment les uns dans les autres; cela se déduit facilement du n° IX.

XII. — Étant ainsi fixé sur l'interprétation à donner au cas de la sortie de toutes les boules, j'admettrai ladite conséquence sans réserve.

D'ailleurs, si l'on a égard au n° IV, on voit que les coups additifs ou soustractifs peuvent porter sur la case du milieu aussi bien que sur

les extrêmes et l'on peut, en dernière analyse, formuler comme il suit la règle d'un coup de solitaire : *modifier simultanément d'une unité les nombres des boules contenues dans trois cases consécutives, la modification pouvant être positive ou négative pour chaque case individuellement.*

XIII. — L'emploi des nombres négatifs de boules, comme intermédiaire pour passer d'une position à une autre, est un artifice facile à justifier, parce que l'on pourrait empêcher la manifestation du signe — en constituant momentanément, par le procédé du n° VI, une provision suffisante de boules sur certaines cases. Donc, l'introduction des nombres négatifs n'a d'autre effet que celui qui est mentionné au n° VII, c'est-à-dire qu'elle équivaut à l'admission de la règle générale du n° XII (*).

THÉORÈMES GÉNÉRAUX

XIV. — Je considère un nombre quelconque de boules formant une certaine position sur le solitaire indéfini. Tout en conservant la trace de cette position initiale, je transporte toutes les boules dans un carré de neuf cases choisi arbitrairement (n° V).

Le résultat de cette opération est représenté dans la figure *c*, les lettres *a*, *b*....., *a' b'*.... indiquant le nombre de boules contenues dans chaque case.

a	b	c
a'	b'	c'
a''	b''	c''

Fig. *c*.

Par deux séries de coups additifs, j'obtiens la disposition figurée ci-après.

(*) L'introduction des nombres négatifs n'est pas nécessaire pour la théorie, mais j'ai cru devoir l'indiquer comme un artifice commode dans certains cas.

Les nombres de boules contenues dans les cases de cette figure peuvent être remplacés par les restes de leur division par 2 (nº VIII).

	$a + b$ $+ a'' + b''$	$a + c$ $+ a'' + c''$
	$a' + b'$ $+ a'' + b''$	$a' + c'$ $+ a'' + c''$

Fig. *d*.

J'obtiens ainsi ce que j'appelle la *position réduite* et je suis amené à formuler le théorème suivant :

Théorème I. — *Un carré de quatre cases étant choisi arbitrairement, toute position du solitaire peut être ramenée à une position réduite comprenant 1 ou 0 boule dans chacune des cases de ce carré et 0 boule dans toutes les autres cases.*

J'examine maintenant ce qui serait arrivé si j'avais joué un coup sur la position donnée avant d'effectuer les opérations que je viens d'indiquer. Le coup aurait modifié d'une unité les nombres de boules de trois cases consécutives. Dans la position de la figure *c*, ce coup aurait donc modifié également d'une unité, trois nombres représentés par des lettres de même nom, telles que b, b' et b'' ou par des lettres de même accentuation a', b' et c'; par conséquent, chacun des nombres de la figure *d* aurait été modifié de 2 ou de 0, c'est-à-dire que *la position réduite n'aurait pas été changée.*

La position réduite caractérise donc le système auquel appartient la position donnée ; elle ne peut être modifiée quels que soient les coups que l'on vienne à jouer. Dans le même système, le passage d'une position à une autre peut toujours s'effectuer par des additions ou des soustractions de nombres pairs dans les diverses cases et par des transports de trois en trois cases, c'est-à-dire par des opérations qui résultent de la combinaison de certains coups joués suivant la règle générale du nº XII.

La position réduite peut d'ailleurs affecter seize formes distinctes qui

sont les arrangements complets de 0 et 1 sur les quatre cases du carré. J'arrive ainsi au théorème suivant, qui est en quelque sorte la clef de la théorie.

THÉORÈME II. — *Toutes les positions que l'on peut former sur le solitaire indéfini rentrent dans seize systèmes différents, qui sont tels que le passage d'une position à une autre est toujours possible lorsque ces positions appartiennent au même système, et toujours impossible dans le cas contraire.*

EXAMEN ET CLASSIFICATION DES DIVERSES FORMES DE LA POSITION RÉDUITE.

XV. — Les seize formes que peut affecter la position réduite sont représentées ci-après :

1.	*2.*	*3.*	*4.*	*5.*	*6.*	*7.*	*8.*	*9.*
—	—	—	—	—	—	—	—	—
0 0	1 0	0 1	0 0	0 0	1 1	1 0	1 0	0 1
0 0	0 0	0 0	1 0	0 1	0 0	1 0	0 1	1 1

10.	*11.*	*12.*	*13*	*14.*	*15.*	*16.*
—	—	—	—	—	—	—
0 1	0 0	0 1	1 0	1 1	1 1	1 1
0 1	1 1	1 1	1 1	0 1	1 0	1 0

Je les distinguerai en trois classes.

La *première classe* ne comprendra que la forme 1 qui est équivalente, comme on le sait, à un résidu de trois boules dans trois cases consécutives quelconques (n° XI).

La *deuxième classe* comprendra les formes 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11 et 16, qui ne comprennent qu'une seule boule ou sont réductibles à une seule boule par des transformations convenables sur le carré de neuf cases.

La *troisième classe* comprendra les six autres formes qui ne sont jamais réductibles à moins de deux boules, quelles que soient les transformations qu'on leur fasse subir sur le carré de neuf cases. Ces formes comprennent toujours au moins deux boules qui ne sont ni dans la même ligne, ni dans la même colonne.

On voit que pour déterminer le système ou la classe d'une position donnée on peut former la position réduite sur un carré de neuf cases; la considération du carré de quatre cases n'est utile que pour l'établissement du théorème.

APPLICATION DE LA THÉORIE

XVI. — Pour abréger le langage, j'adopterai les appellations suivantes

qui ont été choisies, autant que possible conformes à celles du docteur Reiss :

La règle que j'ai été amené à considérer pour les besoins de la théorie s'appellera *règle complète* et la véritable règle du jeu, *règle restreinte ;*

Une solution déduite de la règle complète sera dite *solution théorique*, celle qui sera déduite de la règle restreinte s'appellera *solution pratique* ou *réussite ;*

Habituellement, on suppose qu'au début du jeu, toutes les cases du solitaire sont occupées sauf une seule ; cette dernière s'appellera *case initiale ;*

Habituellement aussi, on se propose de ne laisser qu'une seule boule sur le jeu ; la case occupée par cette case s'appellera *case terminale ;*

Deux cases sont dites *congruentes* lorsqu'on peut passer de l'une à l'autre par des sauts dans lesquels on franchit deux cases consécutives (n° IV).

XVI. — La théorie étant basée sur la règle complète, les solutions qu'elle indique ne pourront être admises dans le jeu ordinaire qu'après une vérification, parce que la règle restreinte de ce jeu peut amener des impossibilités spéciales. Cette théorie laisse donc une large part à la sagacité du joueur, mais elle lui vient en aide en lui permettant de distinguer les cas qui ne comportent même pas de solution théorique et elle lui épargne ainsi des recherches qui seraient nécessairement infructueuses.

XVII. — Cela posé, je vais indiquer sommairement l'application de la théorie aux solitaires usuels. D'après le docteur Reiss, il y en a trois qui sont représentés dans la figure *e*, mais je dois dire que je n'ai jamais rencontré que ceux qui portent les n°s 1 et 2 ; le n° 3 paraît être rarement employé, du moins en France.

Je m'occuperai spécialement du n° 2 qui est le plus connu.

Je cherche d'abord la position réduite du solitaire complet, c'est-à-dire sans case vide. Les conséquences de la règle générale et spécialement celle du n° X permettent d'effectuer cette opération très rapidement. Je puis, en effet, supprimer tous les groupes de trois cases consécutives qui se présentent naturellement par la symétrie du jeu et il ne restera que les boules 34, 35, 36 et 37. Par des transports entre cases congruentes, j'amènerai ces boules en 25, 23, 11 et 9 ; mais par un coup soustractif 9 et 11 seront remplacées par 10 ; puis 23 et 25, par 24 et enfin 10 et 24 par 17. La position réduite ne comprend donc qu'une boule dans la case centrale.

Le cas considéré est purement théorique, puisque l'on ne pourrait

pas jouer le premier coup, avec la règle restreinte, mais le résultat va me permettre de déterminer immédiatement la position réduite lorsqu'on aura choisi une case initiale quelconque. En choisissant cette case,

Fig. 6.

N° 1.

		1	2	3		
		4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
		28	29	30		
		31	32	33		

N° 2.

		1	2	3		
	34	4	5	6	35	
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
	36	28	29	30	37	
		31	32	33		

N° 6.

				38				
			1	2	3			
		34	4	5	6	35		
	7	8	9	10	11	12	13	
39	14	15	16	17	18	19	20	40
	21	22	23	24	25	26	27	
		36	28	29	30	37		
			31	32	33			
				41				

on a enlevé la boule qui s'y trouvait, mais on aurait pu en même temps en ajouter deux autres (n° IX); le résultat définitif aurait été l'addition d'une boule dans cette case. Il suffira donc d'ajouter à la réduite du solitaire complet une boule dans ladite case ou dans une de ses congruentes.

Exemple. — La case initiale 5 donne deux boules en 17 et 5, c'est-à-dire une boule en 10 : il y a donc solution théorique; la case terminale sera 10 ou une de ses congruentes.

Autre exemple. — La case initiale 6 donne pour position réduite deux boules en 17 et 25; c'est une forme de la 3e classe, donc, il n'y a pas de solution théorique.

On trouve en définitive que, sur les trente-sept cases du solitaire n° 2, il y en a seize qui conduisent à une solution théorique quand on le

prend pour case initiale. La solution pratique existe également dans les seize cas qui se réduisent à trois par des considérations de symétrie. Je laisse au lecteur la satisfaction de les trouver.

On se propose quelquefois d'arriver, non pas à une boule unique, mais à une disposition plus ou moins symétrique; l'application de la théorie se fait pour ces questions comme pour celles dont je me suis occupé ci-dessus.

Exemple. — On veut avoir comme position finale une boule en 17 et une dans chacune des cases qui forment le pourtour du solitaire; c'est ce qu'on appelle *le lecteur au milieu de son auditoire.*

On voit immédiatement que cette position est de la *première classe*, c'est-à-dire qu'elle équivaut théoriquement au solitaire complètement vide; on obtiendra une position initiale de même espèce en enlevant la boule 17. La solution pratique est facile à trouver.

Le solitaire n° 1 considéré comme complet donne une position réduite de la 1re classe. Il en résulte que la solution théorique existe pour une case initiale quelconque et la case terminale est congruente de cette case initiale. Les solutions pratiques sont toujours faciles à trouver; leur recherche devient un peu plus difficile quand on pose la condition que les cases initiale et terminale se confondront, mais néanmoins la condition peut toujours être remplie.

Le solitaire n° 3, complet, donne la même position réduite que le n° 2; il comporte donc les mêmes solutions théoriques que ce dernier et, en outre, celles qui correspondent aux cas où on prend pour cases initiales les cases additionnelles 38, 39, 40 et 41.

Les solutions pratiques correspondantes existent-elles toutes? — Je ne connais actuellement que celles qui correspondent à la case initiale 5 et à ses symétriques.

On peut évidemment considérer beaucoup d'autres solitaires qu'on réalise facilement sur un damier. Je signale spécialement à l'attention du lecteur celui que l'on obtient en supprimant dans le n° 3 les cases additionnelles 38 et 41; il est de même espèce que le n° 1, mais il donne lieu à des solutions plus intéressantes; ces solutions existent pour plusieurs cas et peut-être pour tous.

XVIII. — Pour terminer cette étude, j'indiquerai un procédé de réciprocité qui permet souvent, quand on connaît déjà une solution, d'en trouver une deuxième correspondant à un autre cas.

Je considère deux solitaires complémentaires, c'est-à-dire tels que es cases pleines de l'un correspondent aux cases vides de l'autre et réciproquement, et je suppose qu'une opération exécutée sur l'un des deux entraîne sur l'autre une opération inverse rétablissant toujours la

condition indiquée. Ayant obtenu une réussite sur le premier, je puis, en partant de la case terminale et en procédant par coups additifs, arriver à remplir toutes les cases de ce solitaire à l'exception de la case initiale. Il est évident que l'on obtient ainsi une solution de la forme ordinaire sur le 2e solitaire.

GÉNÉRALISATION DU JEU DU SOLITAIRE.

XIX. — *Faire franchir à une boule* n *cases consécutives et enlever une boule dans chacune des cases franchies.* Telle sera la règle du coup dans le jeu de solitaire du n^{me} ordre.

On peut établir la théorie de ce jeu comme celle du solitaire de premier ordre. Je vais en indiquer les principaux traits et les résultats, le lecteur qui possède la clef de la méthode la complètera facilement.

On est conduit naturellement à admettre les 3 extensions de la règle analogues à celle du n° III et on en obtient comme principales conséquences :

1° La possibilité de faire franchir à une boule $n + 1$ cases consécutives; toutes les cases qu'une boule peut parcourir par une série de sauts de ce genre sont dites *congruentes ;*

2° La possibilité de déplacer 2 boules à la fois d'une case à une autre dans une série de $n + 2$ cases consécutives; ce déplacement s'obtient par deux coups portant sur les deux cases, l'un soustractif et l'autre additif;

3° En combinant les deux conséquences précédentes, on peut transporter un nombre pair quelconque de boules d'une case quelconque à une autre;

4° La possibilité d'enlever 2 boules dans chaque case d'une série de n cases consécutives et, par suite, d'enlever $2\,n$ boules à la fois prises dans des cases quelconques mais toujours par nombres pairs. Toutefois, il y aura lieu d'interpréter le cas où le solitaire se trouverait ainsi vidé.

XX. — Il semble aussi intéressant de considérer une règle générale, sur la manière de jouer un coup, analogue à celle du n° XII et ainsi formulée : *modifier simultanément d'une unité* $n + 2$ *cases consécutives, la modification pouvant être positive ou négative, individuellement pour chaque case.* En admettant cette règle, j'introduirais réellement une 4e extension très large; je ne l'admettrai pas immédiatement, mais j'indiquerai la modification qu'elle occasionne sur le résultat.

XXI — Les théorèmes analogues à ceux du n° XIV sont les suivants.

Étant donné un carré quelconque de $(n+1)^2$ *cases, on peut y former la position réduite d'une position quelconque du solitaire de l'ordre* n.

Cette réduite comprendra 0 ou 1 boule dans chaque case du carré et, en outre, un certain nombre de boules qui peuvent être placées n'importe où, à la condition qu'elles marcheront toujours par groupes de 2, le nombre de ces groupes pourra être compris entre 0 et $n-1$ *inclusivement.*

La réduite peut donc affecter $n(n+1)^4$ *formes distinctes qui caractérisent autant de systèmes tels qu'on ne peut passer de l'un à l'autre, quel que soit le nombre de coups que l'on joue.*

Si l'on admet la 4e extension, n° XX, les boules qui marchent par groupes de 2 se trouvent supprimées et le nombre des systèmes distincts se réduit à $(n+1)^4$.

Le nombre des systèmes réductibles à une seule boule est toujours $(n+2)^2$.

L'ordre du jour des 1re et 2e sections comprenait plusieurs autres travaux envoyés par leurs auteurs et qui n'ont pu être lus en séance, faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après.

M. de Broca. — Calculateur géométrique.

M. L. Fillemin. — Sur un calendrier perpétuel.

Vœu émis par les 1re et 2e sections.

Les 1re et 2e sections, dans la séance du 30 août 1879, ont émis le vœu que les noms de Sophie Germain et de Cauchy soient donnés à deux rues de Paris, et que leurs statues soient placées sur la façade du nouvel Hôtel de Ville de Paris. Sophie Germain est née à Paris ; Cauchy également. L'éminente supériorité de Cauchy n'est pas à démontrer ; on peut dire sans exagération que c'est peut-être le plus grand géomètre du siècle. Quant à Sophie Germain, elle a produit des travaux assez considérables pour justifier amplement l'hommage réclamé pour sa mémoire.

Les 1re et 2e sections prient le Conseil d'administration de vouloir bien intervenir d'une façon pressante auprès du Conseil municipal, pour qu'une suite favorable soit donnée au vœu en question.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

M. Cassani, professeur de mathématiques et de mécanique appliquée à l'Institut technique de Venise. — Geometria rigorosa.

La quadrica de dodici punti.

Ricerche sulla involuzione quadratica intorno ad alcune generazioni della reta e del piano.

Sopra due focchi particolari in un sistema di due specchi concavi.

M. A. de Gasparis, membre de l'Académie des sciences de Naples. — Sul valore inverso del cubo della distanza variabile di due pianeti intorno ad alcune derivate, e saggio di un calcolo per le perturbazioni planetarie.

M. Le Paige, chargé du cours d'analyse à l'Université de Liége. — Application de la théorie des formes algébriques à la géométrie.

Sur l'invariant quadratique simultané.

Notes diverses de géométrie et d'algèbre supérieures extraites du *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, de la *Nouvelle Correspondance mathématique*, des *Mathematische Annalen*, etc.

M. Padeletti. — Figure alternamente reciproche, etc.

3e et 4e Sections

NAVIGATION — GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE

PRÉSIDENT D'HONNEUR	M. le Général RENSON, Commandant le 16e corps d'armée.
PRÉSIDENT	M. BOUQUET DE LA GRYE, Ingénieur-hydrographe de la Marine.
VICE-PRÉSIDENT	M. E. TRÉLAT, Professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers, Directeur de l'École spéciale d'Architecture.
SECRÉTAIRE	M. DEVIN, Élève-Ingénieur des Ponts et Chaussées.

M. Ch. BERGERON

Ingénieur civil

RÉFORMES DANS LA POSE ET L'ENTRETIEN DE LA VOIE DES CHEMINS DE FER

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 29 août 1879.

M. BERGERON se propose d'obtenir une réduction dans la largeur de la plate-forme, une économie dans le ballast, l'assainissement du ballast par le drainage, une économie considérable dans le prix des bois, une forte réduction dans le prix des rails, obtenue en augmentant le nombre des points d'appui.

La plate-forme a 4 mètres de longueur; on y creuse sur $0^m,30$ une forme de $2^m,10$ de large, dont on rejette la terre sur les côtés, de façon à élever le haut de la forme de $0^m,30$. Les $0^m,30$ inférieurs sont remplis de cailloux cassés (empierrement des routes), et du fond de cette forme partent des drains rejetant l'eau dans les fossés. Les $0^m,30$ supérieurs sont remplis de sable pilonné; c'est dans ce sable que l'on bat à la demoiselle des traverses non équarries de $0^m,25$ à $0^m,30$ de diamètre, jusqu'à enfoncement de moitié, et de sorte qu'en ce moment il y ait refus d'enfoncement. Dans ces traverses on établit les rails vignolles ou les champignons en les y encastrant, et les y faisant pénétrer d'environ $0^m,10$; l'espacement de deux

traverses est de $0^m,40$. M. Bergeron appuie surtout sur l'avantage qu'il y aurait à entasser de force les traverses sur le ballast. Il y aurait aussi une moins grande longueur de rail libre; on pourrait supprimer les relevages, et le roulement serait plus doux; l'encastrement des rails à double champignon serait fait par des coins.

DISCUSSION

M. Castanier fait objecter que la hauteur de $0^m,12$ du rail à double champignon rend impossible cet encastrement, et le jeu des roues, leur conicité feraient sauter les coins ou rejetteraient la partie extérieure de la traverse; la pluie aurait aussi une influence désastreuse sur le gonflement des bois.

M. Cadot, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a fait en 1853 l'essai d'un pareil chemin de fer; les traverses étaient en chêne, bois de démolition de la marine, espacées de $0^m,50$; les wagons étaient de simples chariots de terrassements : on fut obligé de renoncer à ce système; la liaison ne pouvait exister entre le rail et la traverse en l'absence de coussinets.

M. MANIER

Professeur à Oxford

SUR LA TRANSFORMATION DU CANAL DU MIDI.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 29 août 1879.

M. Manier constate que les inondations dues à la fonte des neiges dans le bassin de la Garonne et de la Gironde, occasionnent des pertes pouvant s'évaluer annuellement à 10,000,000 de francs. Si l'on employait cette eau tant en chutes qu'en irrigations, le bénéfice atteindrait 100 millions.

L'existence du passage de Gibraltar nécessite la division de la flotte française; le courant du détroit, joint à l'action du vent fait perdre à la navigation à voile environ trois semaines pour le voyage d'Italie en Amérique. En creusant un canal de Bordeaux à la Méditerranée, capable des plus forts tonnages et des plus grandes vitesses, on supprimerait ces difficultés, on éviterait trois jours de marche à la plupart des navires.

Les biefs maritimes auraient 200 mètres de large; les biefs fluviaux 100 mètres, le canal entre Narbonne et Carcassonne 80 mètres. Pour la traversée du col de Naurouze, on emploierait une écluse à sas mobile soulevé par des presses mues par l'eau. Le sas en acier a la forme d'un navire, dont les flancs sont arc-boutés. Le sas est soulevé par un double rang de presses

et au besoin par un seul rang; pour éviter les accidents, les presses sont conjuguées quatre à quatre ou deux à deux symétriquement ; chaque système de presses a un accumulateur. Le percement du port méditerranéen est facile. L'estuaire du golfe de Gascogne s'ensablant par les dépôts des affluents, on les arrêterait par des barrages; on ferait passer la Dordogne en-dessous de la Garonne. Les biefs permettraient de recevoir les eaux d'inondation à un moment donné, et de rejeter à volonté la Garonne dans l'une des deux mers. Le trafic serait : extérieur, 33 millions ; local, 20 millions, la plupart en marbres ; terrains acquis, irrigations, etc., donneraient un total de 187 millions.

M. DUPONCHEL

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Montpellier.

SUR LE CHEMIN DE FER TRANSSAHARIEN.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Duponchel expose que le but à poursuivre est la conquête civilisatrice de l'Afrique. La difficulté est la traversée du Sahara ; au delà on trouve des peuples relativement civilisés. L'Afrique est un plateau sain, analogue au plateau de l'Inde. L'accès en est relativement facile par un chemin de fer; pas d'obstacle pouvant briser le moral des ouvriers : le seul sérieux et matériel est le Sahara.

Or, s'il est facile de traverser la mer déserte sur un vaisseau, petite colonie, il ne le serait pas moins de traverser la terre déserte au moyen d'un train. La seule différence est que d'un côté la voie existe; de l'autre, on la construira. L'entretien total de la ligne pour un seul train complet est moindre que celui d'un vapeur y compris les annuités, etc. Le Sahara est inexploré, mais assez connu; on en a des cartes aussi exactes que possible. Le climat en est sec, mais sain : les journées chaudes (36°), les nuits froides (— 4°). L'eau manque; mais on la fera venir le long du chemin de fer par des conduites; on en prendra aux oasis ; et l'on aura à parcourir des longueurs moindres que les aqueducs de la Vanne, la plupart du temps. Les sables en sol durci se comportent comme la poussière; en sol désagrégé forment des dunes ; ne pouvant les passer en tranchée on les percera. Pour résister ou marcher en avant, les hommes seront embrigadés militairement. On posera premièrement une voie étroite servant au transport du matériel, ensuite une voie provisoire et enfin plus tard une voie définitive. Arrivé au Niger, on aurait une communication directe avec la mer.

M. P.-Y. PROMPT

Ancien élève de l'École polytechnique, Docteur en médecine, etc., etc.

NOTE SUR UNE ILLUSION D'OPTIQUE.

— Séance du 30 août 1879. —

Bravais a signalé une illusion qui se produit quand on est en mer et qu'on dessine les contours d'un rivage sur lequel se détachent des montagnes plus ou moins élevées. On observe que le dessinateur se trompe généralement sur la hauteur des montagnes ; il les estime à une échelle deux fois trop forte, ou à peu près. Nous nous sommes proposé de résoudre les questions suivantes, qui nous ont paru offrir de l'intérêt.

1° Quelle est la cause de l'illusion?

2° Cette illusion est-elle générale, c'est-à-dire indépendante des conditions individuelles ; se produit-elle également pour un myope, pour un presbyte, pour un sujet doué d'une vue normale ?

3° Convient-il d'en tirer une conséquence pratique, relativement à la construction et au dessin des cartes marines ?

Nous ferons d'abord remarquer que l'illusion s'explique en raison d'un principe général que nous avons établi, et que nous avons désigné ainsi : *Principe de l'illusion de l'angle aigu.* Voici en quoi il consiste : Quand un observateur regarde un angle aigu, il a une tendance à s'exagérer la grandeur de cet angle ; quand il regarde un angle obtus, il a une tendance à le croire plus petit. Cette propriété est indépendante de la constitution spéciale du sujet ; elle existe au même degré chez les presbytes et les myopes ; elle tient à un effet de perspective, qui se produit dans tous les yeux, et quelle que soit la distance à laquelle se trouvent les angles observés (1).

Fig. 26.

Étant donné ce fait que l'observateur évalue toujours un angle aigu à

(1) Voir sur ce sujet, dans nos *Études d'optique*, le chapitre intitulé : *Accommodation de Perspective*.

une échelle trop grande, et un angle obtus à une échelle trop petite, il est facile de se rendre compte de l'illusion signalée par Bravais.

Soit (fig. 26) le contour apparent d'une montagne qui se profile sur le ciel, et dont la base BC est représentée par le rivage de la mer. Par l'effet de l'illusion, les angles ABC, ACB, qui sont aigus, se trouvent augmentés; le dessinateur a donc une tendance à relever sur l'horizon les pentes BA et AC de la montagne, et par conséquent à exhausser le point A; ce qui ne peut se faire sans diminuer le troisième angle A du triangle, qui est un angle obtus, et que l'illusion tend également à diminuer; ainsi la montagne paraîtra trop haute, en vertu de l'illusion.

Il se pourrait que le troisième angle soit un angle aigu, comme cela a lieu en F. Dans ce cas, l'illusion sera moins forte, parce qu'en augmentant les deux angles à la base, on est conduit à diminuer l'angle au sommet. Si même l'angle au sommet était très aigu, il se pourrait que l'illusion s'exerçât autrement. Il faudrait pour cela que les pentes de la montagne fussent des lignes verticales, ou à peu près verticales; c'est un cas particulier qui se présente rarement dans la nature. Il en sera question plus loin. Mais si les trois angles sont, par exemple, à peu près égaux, le contour de la montagne représente un triangle équilatéral; et alors l'illusion s'exerce très fortement à cause de la prédominance de l'effet produit par les deux angles à la base sur l'effet produit par l'angle au sommet, qui est unique. Tout le monde a pu constater qu'un triangle équilatéral ne paraît pas avoir ses trois côtés égaux ; il semble toujours que la base est trop petite; pour reconnaître que les côtés sont égaux, il faut faire tourner la feuille de papier sur laquelle le triangle est tracé; on voit alors que c'est toujours le côté horizontal qui paraît le plus petit, c'est-à-dire que le sommet du triangle semble relevé, et que ses deux angles à la base semblent trop grands.

D'ailleurs le contour apparent de la montagne, au lieu d'être formé par des lignes droites ou à peu près droites, comme DEF, peut être curviligne comme en G, ou présenter à son sommet un angle arrondi, comme en A. Dans ce cas, le triangle étant curviligne, rien n'empêche d'augmenter les trois angles à la fois ; il suffit, pour cela, de modifier légèrement la courbure des côtés.

Voyons maintenant le cas particulier qui a été indiqué tout à l'heure. C'est celui d'une aiguille rocheuse très étroite, terminée en pointe aiguë, et offrant des côtés presque verticaux en guise de contour apparent. Comme l'illusion est très forte pour les petits angles, et presque nulle pour les angles voisins de l'angle droit, un triangle qui a un angle au sommet fort aigu paraît écrasé : en effet, cet angle au sommet est seul augmenté par l'illusion ; les angles à la base étant presque droits, l'effet illusoire ne s'exerce pas sensiblement sur eux. Si même on dessine plu-

sieurs triangles de ce genre, en les rejoignant par leurs bases, de manière à masquer les angles à la base, on obtient des figures qui trompent absolument l'observateur : telle est la figure 27 qui paraît plus haute que large, bien qu'elle soit carrée. Ainsi une aiguille comme celle qui nous occupe paraîtra écrasée ; elle semblera trop petite en hauteur, relativement à sa base.

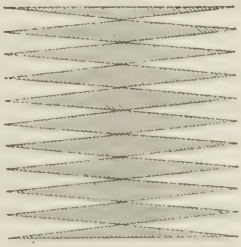


Fig. 27.

Voici encore un effet illusoire, qui tient aux propriétés de l'angle aigu, et qui se produira dans les mêmes conditions que l'illusion indiquée par Bravais.

Supposons qu'il y ait une montagne (fig. 28) dont le contour AB soit

Fig. 28.

à peu près rectiligne, et se trouve coupé à angle aigu par les lignes verticales d'un édifice situé au premier plan. La partie DB du contour ne semblera pas dans le prolongement de la partie AC, qui se trouve à gauche. En effet, l'œil, au lieu d'embrasser tout d'abord l'ensemble du paysage, parcourt la perspective de gauche à droite ; il voit d'abord le premier angle aigu, qui est à gauche ; il l'évalue à une échelle trop grande ; et il suppose que la ligne qui forme cet angle avec la verticale, passerait, si elle était prolongée, plus haut qu'elle ne doit passer en effet.

On voit bien cette illusion sur les lignes obliques de la figure 29 ; elle est plus marquée pour celle d'en bas, l'angle aigu étant plus petit ; elle augmente si l'on fait tourner la figure de manière à donner à la bande une direction horizontale, ce qui s'explique fort bien, puisque l'œil parcourt, de gauche à droite, pour aller de chaque ligne oblique à son prolongement, un chemin d'autant plus grand que la bande a une direction plus voisine de l'horizontale.

Fig. 29.

De tout ce qui a été dit, il résulte que les illusions qui nous occupent s'exercent pour tous les hommes, qu'elles sont indépendantes des effets de l'irradiation, qu'elles tiennent simplement aux lois de la perspective rétinienne, et qu'elles ont la même valeur pour les presbytes et pour les myopes. On peut en tirer une conclusion pratique relative à la construction des vues de la côte qui sont annexées aux cartes marines. Il est inutile que les vues donnent la hauteur exacte des objets, puisque ces hauteurs sont marquées en chiffres sur le plan ; elles doivent représenter seulement l'aspect que la côte offrira à un observateur placé en mer. Elles doivent donc figurer, non pas ce qui est, mais ce qui paraît être, d'où il suit qu'au lieu de les dessiner exactement, il serait préférable d'en altérer la forme dans le sens de l'illusion, et d'une quantité proportionnelle à l'illusion.

DISCUSSION

M. le colonel Laussedat présente quelques observations ; il affirme que l'effet étudié par M. Prompt ne se produit pas pour les montagnes de la Suisse.

M. Trélat fait observer que des effets analogues avaient été relevés par les Grecs, et appliqués dans leurs constructions.

M. J. de la GOURNERIE

Inspecteur général des ponts et chaussées, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

EXPÉRIENCES POUR DÉTERMINER LA DIRECTION DES PRESSIONS DANS LES ARCHES BIAISES.

RÉPONSE A UNE CRITIQUE
DE M. E. TRÉLAT, DIRECTEUR DE L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ARCHITECTURE,
PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS.

— *Séance du 30 août 1879.* —

Dans la séance tenue le 27 août 1878 par la quatrième section de l'Association, M. Trélat a critiqué la Note que j'ai présentée, en 1875, *sur des expériences entreprises pour déterminer la direction des pressions qui se développent dans les arches biaises* (1). Je connaissais l'intention

(1) 4e section. — Nantes, p. 136.

de mon honorable collègue, mais il ne m'avait pas été possible d'assister au congrès.

J'ai inséré dans les *Nouvelles annales de la construction* (février et mars 1879) une réponse à un article de la *Revue scientifique* relatif à cette communication. Plus tard, M. Trélat m'ayant remis le texte de son travail (1), j'ai vu que mes opinions y étaient considérablement modifiées, et j'ai immédiatement rétabli la situation de la question par une note insérée dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, à la date du 28 avril 1878.

Je me propose maintenant de répondre à toutes les critiques de M. Trélat.

Il n'est pas évident qu'aucune poussée au vide ne se développe dans les arches biaises.

On lit dans l'article de M. Trélat :

Si l'expérience n'aboutissait qu'à certifier qu'au voisinage d'une tête de voûte biaise les pressions s'effectuent dans une direction parallèle ou sensiblement parallèle au biais, elle n'aurait pas de portée.

Car, pour qu'une pression se transmette dans un ouvrage, il faut un intermédiaire, il faut de la matière. Or, entre les piédroits près des têtes il n'y a de matière que sur un chemin biais. Les pressions cheminent donc en cette localité *précise* parallèlement aux têtes. C'est évident *a priori*. Et s'il n'en était pas ainsi, si les directions des pressions ne suivaient pas le biais et n'y étaient pas ramenées par l'enchevêtrement des matériaux, elles sortiraient de l'ouvrage et il y aurait renversement. On doit supposer que l'expérience de M. de la Gournerie ne vise pas la démonstration d'une évidence. Mais alors la conclusion précitée ne semble-t-elle pas dégager, comme quasi démontré par l'expérience, le parallélisme aux têtes des pressions dans la partie centrale d'une voûte biaise? C'est l'impression que j'ai tirée de la lecture de la note de mon honorable collègue.

M. Trélat admet, sans dire pourquoi, que les réactions qui sollicitent les voussoirs d'une arche biaise sont uniquement des pressions ; mais toute la question est là. En fait, l'opinion que des effets d'encorbellement se produisent dans un pont oblique, et que par suite une poussée au vide s'y développe, a été émise par Perronet et adoptée par des ingénieurs d'un grand mérite. J'ai donné sur cette question les renseignements précis dans une communication faite à l'Académie des sciences, le 12 mai 1879.

Non seulement je n'ai pas prétendu que les pressions étaient paral-

(1) 4e section. Paris, p. 243.

lèles aux têtes dans la partie centrale de la voûte, mais j'ai dit formellement le contraire. On lit dans la note que critique M. Trélat :

Lorsqu'une brèche partait du milieu de la culée, et qu'elle se trouvait par suite dans la partie de la voûte où l'influence du biais doit le moins se faire sentir, elle indiquait d'abord une pression dirigée à peu près dans la section droite; mais quand j'abaissais de nouveaux piliers, la brèche se développait suivant la direction des parements des têtes.

Les pressions se répartiraient uniformément sur les culées, si elles étaient parallèles aux têtes dans l'arche entière. Or, il est parfaitement constaté que la poussée est plus grande à l'angle aigu de la culée qu'à l'angle obtus. Je ne pouvais donc pas avoir l'opinion que M. Trélat me prête contrairement au texte formel de mon écrit. Je ne crois pas que cette opinion ait été admise par aucun ingénieur; je la repousse d'une manière absolue.

M. Trélat parle de pressions qui seraient ramenées dans le sens du biais « par l'enchevêtrement des matériaux. » Ce membre de phrase paraît indiquer que, dans l'opinion de mon honorable contradicteur, des effets d'encorbellement peuvent se produire. Mais s'il en est ainsi, les pressions ne sont pas parallèles aux têtes.

La verticalité dans le mouvement et la forme des brèches.

Dans un long passage de l'article de M. Trélat, il est question de la *chute verticale* des voussoirs, et de la *verticalité dans le mouvement* des matériaux qui se détachent d'une construction. Je ne me suis pas occupé de cette question. Lorsque j'abaisse les piliers qui forment les piédroits de ma petite arche oblique, je vois les voussoirs tomber verticalement, et il ne m'est pas venu à la pensée qu'on put en tirer aucune conclusion sur la direction de la pression.

Les considérations que j'ai développées sont d'une autre nature.

J'ai dit que si l'on ruine une partie de la base d'une maçonnerie dont les matériaux se séparent facilement, la brèche qui se produit fait connaître le sens de la pression par la direction dans laquelle elle se développe. Si M. Trélat veut me combattre, il doit montrer que les pressions existantes dans un massif sont sans influence sur la forme des brèches, ou que cette influence amène des résultats différents de ceux que j'ai indiqués. Je ne vois rien de semblable dans ses observations. Il considère un mur dont la partie supérieure est restée intacte, bien que les fondations aient moins cédé sur quelques points que sur le reste de la longueur. Je conclus que des réactions analogues à celles qui existeraient dans des voûtes en décharge, prenant leurs appuis sur les points les plus résistants, se sont spontanément établies. Je tiens pour certain que si l'on ruine les fondations du mur en diverses parties, on

aura des brèches qui différeront de forme et de grandeur suivant qu'on aura détruit un ou plusieurs des points d'appui principaux, ou bien que la démolition aura été faite entre deux d'entre eux. Je crois enfin que la comparaison des brèches fera ressortir la variation de la pression dans le mur, si elle est suffisamment accusée.

Les considérations de M. Trélat ne portent pas sur la forme des brèches et par suite ne sauraient atteindre la théorie que j'ai présentée. Dans un endroit, il est vrai, mon honorable collègue du Conservatoire des Arts et Métiers, cessant de s'occuper du mouvement des voussoirs, parle de l'ouverture qui, à la fin de l'expérience que j'ai le plus souvent reproduite, s'étend d'une culée à l'autre; mais c'est pour nier et non pour discuter mon opinion, que du reste il n'expose pas, à ce que je trouve, d'une manière tout à fait exacte.

Il dit :

M. de la Gournerie laisse croire que cette large tranchée produite par la soustraction des supports donne, dans son parallélisme général aux plans des têtes, l'indication que les pressions utiles dans l'ouvrage s'exerçaient parallèlement aux plans des têtes. Pour moi je ne discerne rien de semblable....

Irrégularité des pressions par suite du défaut d'homogénéité des maçonneries.

M. Trélat présente ensuite quatre propositions. La première concerne le défaut d'homogénéité des maçonneries.

Il est certain que diverses causes variables influent sur les résultats que l'on obtient dans les constructions. Des expériences conduites de la même manière ne m'ont jamais donné des résultats identiques, et cela ne m'a causé aucune surprise.

Il y a pour chaque question d'application un degré d'exactitude qu'on ne saurait dépasser, et l'on peut critiquer un ingénieur qui prétendrait apporter dans la mécanique des maçonneries une précision qu'elle ne comporte pas. Je crois que je n'ai pas fait cette faute. Je ne m'occupe bien entendu que de ce que j'ai écrit, et nullement des opinions que M. Trélat m'attribue.

Propriétés mécaniques de la section de plus grande courbure.

La seconde proposition de M. Trélat consiste en ce que « dans une voûte droite ou biaise, les lignes de maximum de fatigue doivent tendre à se placer sur le chemin le plus court, entre les bases réputées invariables. »

C'est la théorie de la section de la plus grande courbure qui, depuis la publication du mémoire de M. Lefort en 1839, jusqu'à ces dernières

années, a fait le fond de presque toutes les discussions. Je ne m'arrêterai pas à cette question. Elle n'offrirait actuellement de l'intérêt que si l'on présentait quelques considérations nouvelles, soit pour apporter plus de précision dans l'énoncé des principes, soit pour guider dans les conséquences que l'on peut en tirer.

Principe de M. Trélat sur les expériences pour déterminer la stabilité des constructions.

La troisième proposition de M. Trélat est ainsi conçue :

Dans un ouvrage maçonné quelconque, aussitôt qu'on supprime une quelconque des forces qui le contraignent extérieurement, l'économie des cheminements des pressions se transforme instantanément et le phénomène qu'on produit est incapable de révéler directement le moindre trait caractéristique du travail intérieur qui maintenait la stabilité. C'est exactement la condition dans laquelle M. de la Gournerie a placé sa voûte.

J'ai cherché à faire quelques applications de ce principe et les résultats auxquels j'ai été conduit m'ont toujours paru inadmissibles.

Je suppose que dans un viaduc, une arche ayant été détruite, on voie les parties hautes des piles qui la soutenaient tomber renversées, et les autres arches s'écrouler successivement.

Bien loin de ne pouvoir tirer aucune conclusion du phénomène produit, je crois qu'on peut regarder comme certain que la résistance propre des piles était insuffisante pour assurer l'existence du viaduc, et que la stabilité résultait de l'action réciproque des poussées des différentes arches.

Expériences indiquées par M. Trélat.

La quatrième des propositions de M. Trélat fait connaître son opinion sur les recherches qu'il peut être utile de faire avec mon appareil. Chaque expérimentateur dirige ses travaux suivant l'ordre de ses idées. Dans le mois de juillet 1878, le jour où le jury de la classe du génie civil à l'Exposition universelle assista à une expérience, la seule que M. Trélat ait vue, son attitude m'ayant paru différente de celle des autres jurés, je lui ai écrit pour provoquer une discussion, mettant à sa disposition un appareil qui me sert pour mon cours au conservatoire des Arts-et-Métiers. Il lui aurait donc été facile de faire des recherches.

Article de la Revue scientifique.

Ainsi que je l'ai dit, *la Revue scientifique* a donné une analyse de la communication de M. E. Trélat (7 septembre 1878). L'article est ainsi conçu :

M. E. Trélat étudie un travail sur l'équilibre des voûtes, présenté à une session précédente par M. de la Gournerie. M. de la Gournerie a construit un appareil très ingénieux : c'est une voûte biaise à claveaux indépendants posés sur des piédroits que l'on peut abaisser ou déplacer par partie. Si l'on enlève des parties des piédroits en deux points placés suivant un plan parallèle aux têtes, la voûte tombe et deux anneaux, grossièrement parallèles aux têtes restent seuls debout. M. de la Gournerie en conclut que dans la voûte entière, les pressions s'exercent dans des plans parallèles aux têtes. M. Trélat critique cette conclusion; la répartition des pressions est tout autre dans une voûte debout que dans une voûte en partie écroulée. Le fait même du déplacement très petit d'une partie de construction suffit pour modifier complètement les pressions dans les matériaux aux alentours, et l'expérience citée ne saurait rien indiquer sur les pressions dans la voûte entière.

Si l'on fait abstraction de l'assertion inexacte de mes conclusions « pour la voûte entière », et du mot « rien » qui dans la dernière phrase rappelle le principe de M. Trélat relatif aux expériences pour déterminer la stabilité des maçonneries, il reste une objection qui doit être réfutée.

J'ai dit dans ma note de 1875 :

Quand on ruine la fondation d'un mur vertical sur une longueur de quelques mètres, on obtient une brèche..... qui forme une voûte si le mur a une hauteur suffisante.

Le mot « voûte » indique un ensemble de circonstances qu'il devient nécessaire de rappeler. J'ai écrit à ce sujet dans *les Nouvelles Annales de la Construction :*

La pression a cessé d'être verticale, sauf dans la partie supérieure soutenue au-dessus de l'ouverture. Les composantes horizontales produisent des deux côtés des efforts égaux de sorte que la résultante qui détermine la direction de l'axe de la brèche est restée verticale.

Il n'y a rien à changer au raisonnement quand le mur est soumis non seulement à la pesanteur, mais encore à des forces parallèles aux parements et diversement inclinées.

Les réactions de la voûte que forme la brèche introduisent uniquement des poussées que détruit la résistance des piédroits. Si donc la maçonnerie des piédroits reste intacte, la brèche se développe sous la seule influence des pressions préexistantes.

Passons maintenant à une arche, et considérons la direction des pressions par rapport aux plans de tête : les conditions sont analogues à celles dans lesquelles se trouve le mur qui nous occupe. Les brèches sont de véritables voûtes, et les principes qui règlent l'équilibre de ces constructions peuvent être appliqués, si les piédroits ne sont pas repoussés.....

M. Trélat ne conteste ni ne concède que, dans un massif composé de parties non adhérentes une brèche limitée constitue une voûte : il se tient en dehors des raisonnements que j'ai présentés sans les combattre; il paraît croire que

je m'imagine que les pressions sont les mêmes dans un mur entièrement plein, et dans un mur percé d'ouvertures entièrement recouvertes par des voûtes.

Généralités. Conclusions.

L'art des arches biaises est arrivé à un certain degré de perfection, en ce sens que l'on a des règles faciles et sûres pour établir des voûtes sous de grandes obliquités, mais à l'époque où j'ai commencé mes expériences, il y avait encore beaucoup d'incertitude dans les principes, les nombreux ingénieurs qui ont écrit sur ce sujet ayant présenté des théories très diverses (1).

En regardant les démolitions qui depuis vingt-cinq ans ont été faites dans Paris, j'ai vu des brèches ayant une forme caractéristique. Leur étude m'a conduit au principe que j'ai exposé dans ma note de 1875 et à l'idée de l'appareil que j'ai fait construire.

Plusieurs ingénieurs ont désiré voir mes expériences, et après les avoir examinées, les ont trouvées concluantes. Je citerai notamment M. Collignon, inspecteur de l'école des ponts et chaussées (2).

M. Résal, membre de l'Institut et ingénieur en chef, a pris mon expérience pour base de la théorie de l'arche biaise, dans le cours de construction qu'il fait à l'École des mines (3).

J'ai mis à l'Exposition universelle de 1878 un appareil qui a été construit pour l'École polytechnique et sur sa demande. Le jury de la classe du génie civil m'a accordé une médaille en or.

Enfin, le 28 avril 1879, dans une communication à l'Académie des sciences, j'ai pu affirmer, sans soulever aucune contradiction, que la doctrine de la poussée au vide dans les arches biaises était définitivement condamnée. L'accord est donc établi sur ce point. Je crois avoir contribué à ce résultat important.

Quant aux observations de M. Émile Trélat, je déclare, comme conclusion de ce travail, que je ne trouve pas le plus léger motif pour modifier en quoi que ce soit les notes que j'ai écrites sur mes expériences.

(1) Voir mes différents mémoires sur l'arche biaise, notamment celui que j'ai inséré en 1876, dans le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*. On y trouve une figure que M. Trélat a reproduite d'une manière incomplète et qui me semble fort incorrecte.

(2) *Cours de mécanique*, de M. Collignon. Résistance des matériaux, 2me édition, p. 547.

(3) *Notes relatives à la participation du ministère des travaux publics à l'Exposition universelle, en ce qui concerne le corps des mines*, p. 168.

M. CASTANIER

Constructeur mécanicien, Conseiller général du Rhône.

LE TUNNEL TRANS-MARIN.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Castanier fait une étude historique de la question; il expose successivement les moyens proposés pour passer la Manche par tunnel; il les attaque, et appuie particulièrement sur des raisons d'impossibilité tirées des études faites sur le sous-sol anglais et français : présence de couches aquifères : bancs crayeux formés de marne bleue peu solide; impossibilité d'établir le système d'aérage par cheminées ou par le système du Mont-Cenis à une aussi grande profondeur. — Il passe à l'étude de son projet dit trans-marin : emploi de deux tunnels à une voie; il en donne les avantages dus : à la facilité de marche, à l'augmentation de résistance obtenue grâce aux tubes transversaux et à la plus grande facilité de manœuvre. — Chaque tube est composé de $0^{m},15$ de tôle formant pièce de résistance (6 mètres de diamètre). Un tube l'entourant en béton de ciment, permettant d'augmenter le poids d'un tronçon par l'accroissement du diamètre; un tube en bois garnissant le tout et protégeant le ciment contre l'eau de mer (8 mètres de diamètre). Le système est entouré d'un massif de béton coulé. La plate-forme intérieure, à traverses en fer, est faite de béton. Le système sera soutenu au fond de la mer au moyen de colonnes creuses enfoncées de l'intérieur du tube par le moyen de presses hydrauliques, jusqu'à refus, et remplies de béton. La pose des tronçons se fera au moyen de quatre caisses de règlement en tôle sur lesquelles ont construira le tronçon de 100 mètres, reposant sur une plate-forme à presses hydrauliques permettant de diriger le tube. Les caisses de règlement seront coulées, et c'est par leur moyen que se fera le posage des tubes. — Le rejointement est fait par un accrochage central fort ingénieux permettant de rapprocher les tubes. Le tube en tôle se termine par deux couronnes permettant de boulonner ensemble les deux tronçons successifs, en laissant un certain jeu; tout le travail est fait de l'intérieur des tronçons vides d'eau. — M. Castanier espère pouvoir faire le placement en moins de trois ans, d'après sa connaissance des jours de beau et de mauvais temps de la Manche. M. Castanier revient sur la comparaison de son système avec les autres, et conclut à un avantage considérable.

DISCUSSION :

M. Stœcklin fait observer qu'il existe, dans le Pas-de-Calais, un courant de masse alternatif atteignant plus de quatre nœuds à l'heure.

M. Castanier espère arriver à le vaincre par l'ancrage et les tractions obliques ;

il constate d'ailleurs la force de ce courant et le croit de surface. Il répond à une observation de M. Trélat sur l'aérage, qu'il lui sera toujours possible d'établir des cheminées analogues à ses colonnes.

M. Bergeron soulève la question de droit international que M. Castanier déclare en dehors de la question.

M. SOLEILLET

SUR LE CHEMIN DE FER TRANSSAHARIEN.

— Séance du 30 août 1879. —

Joindre Paris au Niger telle est l'idée vraiment française; M. Soleillet démontre que la ligne doit passer par Paris, Marseille, Alger. Nécessité de s'établir en des lieux sains; il étudie la géographie du Sahara, et en conclut qu'en les parties hautes, les méridionaux français peuvent vivre. Il faut donc passer sur ces hauts plateaux sahariens qui s'étendent de l'Algérie au Niger, où l'on a des terres arables, où l'on peut établir des comptoirs sérieux et définitifs, où les obstacles moraux et matériels sont presque nuls sur la moitié de la route. Il insiste sur l'action française qu'aurait un chemin de fer français établi dans ces conditions. Du côté du Sénégal, on a la possibilité d'amener des richesses analogues à celles de l'Inde, venant d'un pays peuplé de 40,000,000 d'habitants. Il insiste sur la nécessité pour la France de se procurer ces richesses, et sur les difficultés actuelles dues à ce qu'il n'existe pas de routes. Il déclare facile d'établir un chemin de fer, l'eau sur ces plateaux existant partout à une certaine profondeur, et partout excellente. Le prix de la journée est minime (il équivaut à un franc par jour). La population arabe jusqu'ici a résisté à la civilisation européenne, mais les Bédouins, moins riches, l'ont acceptée. Il serait possible d'établir la domination française dans le Sahara, en y amenant des captifs ou des hommes libres du Soudan, ce qui serait facile; M. Soleillet le prouve par divers exemples.

Il termine en annonçant le percement d'une route entre le Sénégal et le Niger.

M. Ch. BERGERON
Ingénieur civil.

SUR LES COUPURES A FAIRE DANS LES BARRES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Bergeron propose de couper les barres vaseuses ou d'ensablement au moyen de jets d'eau produits sous forte pression, et dirigés au moyen de la lance d'une pompe à incendie; la force en est telle que l'on peut rehausser ainsi les pavés d'une chaussée; des expériences ont été faites, et ont assez bien réussi. M. Bergeron lit un rapport et deux lettres constatant l'intérêt que l'on a attaché à son invention. Il déclare qu'il est ainsi arrivé, par jets successifs, à rejeter le sable peu à peu, et donne quelques explications sur la manière dont la barre est peu à peu détruite.

DISCUSSION

M. Dellon, ingénieur en chef des ponts et chaussées, demande si ce système est économique, et si les sables ont été parfaitement enlevés et non déposés plus loin.

M. Bergeron répond que l'action est plus forte lorsque son système est appliqué, la lance restant en dehors de l'eau.

M. Devin fait observer que dans ce cas, l'action plus forte due au bouillonnement doit être limité en profondeur.

M. Bergeron déclare que pour avoir une bonne action, il faut que la lance ne soit pas à une distance de plus de 4 mètres du fond; et qu'en augmentant la pression, il serait possible d'augmenter l'effet en profondeur et en largeur.

M. Stœcklin fait observer que le fond est ainsi rendu mobile, mais que le sable mis en suspension ne peut pas être entraîné, par exemple à Boulogne.

M. Bergeron répond que dans la plaine de Gennevilliers le sable fut entraîné.

M. Dellon fait observer que le sable doit être rejeté non loin de là et peut-être enseveli.

M. Devin fait remarquer, dans le même ordre d'idées, que ces mouvements doivent produire des actions périodiques et oscillatoires, qui doivent limiter l'action dans des bornes relativement étroites, et qu'il est possible qu'avec une plus grande pression, on obtienne, un effet local plus grand, sans que l'action de dévasement soit plus grande.

M. Bergeron déclare que des expériences en grand vont être faites.

Un membre demande si ce système ne pourrait être employé pour les barrages algériens qui sont en train de s'envaser.

M. Stœcklin fait remarquer que l'on va employer en Algérie un système qui consiste à créer des chutes faisant agir tout le long du barrage de l'air comprimé qui empêchera le barrage de s'envaser.

Le nom de l'Altome ayant été prononcé et cité comme exemple, M. Cadot fait observer que c'est la crainte seule d'envaser l'étang de Bône qui a fait adopter la solution de ne pas rejeter les dépôts sur ce point au moyen du courant même.

M. le Dr PROMPT

Ancien élève de l'École polytechnique.

THÉORIE MATHÉMATIQUE DES ABORDAGES.

— Séance du 30 août 1879. —

Nous ne nous proposons pas dans ce mémoire de traiter une question de marine; nous déclarons d'avance que nous n'avons aucune compétence sur ce qui concerne la navigation. Mais nous croyons pouvoir sans inconvénient exposer les résultats que nous avons obtenus, en traitant à un point de vue purement théorique la question des abordages en mer ; ce travail sera un hommage rendu à la mémoire d'un frère que nous avons eu la douleur de perdre il y a quelques années, et à qui la science nautique doit la découverte de la véritable tactique des abordages. Nous sommes parvenu à démontrer mathématiquement, par des principes très simples, que cette tactique est la seule qui rende les abordages impossibles ; nous allons faire connaître en quoi consiste cette démonstration.

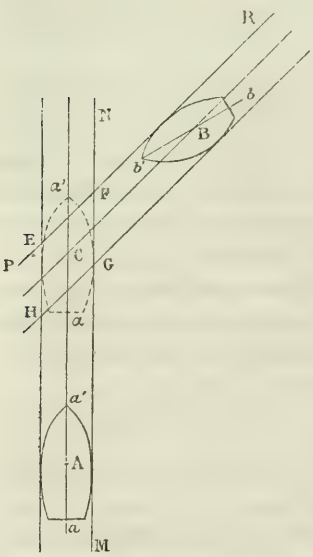


Fig. 30.

Soient (fig. 30) deux points mobiles A, B, qui se meuvent sur deux droites AC, BC, avec des vitesses constantes V et V'. Posons $AC = d$, $BC = d'$; on aura, en appelant t le temps nécessaire pour que le point A arrive en C, t' le temps nécessaire pour que le point B arrive en C.

$$\left.\begin{aligned} t &= \frac{d}{V} \\ t' &= \frac{d'}{V'} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Si l'on a également :

$$\frac{d}{V} = \frac{d'}{V'}, \qquad (2)$$

on aura

$$t = t',$$

c'est-à-dire que les points A et B se rencontreront; si l'équation (2) n'est pas satisfaite, le point A passera au point C avant ou après le point B, et la rencontre ne pourra avoir lieu.

Considérons, au lieu des points A et B, deux corps mobiles aa', bb'; ils pourront se rencontrer alors même que l'équation (2) ne serait pas satisfaite. Supposons, pour fixer les idées, que t soit plus petit que t'; au bout du temps t, le mobile aa' occupera autour du point C une certaine position, que nous avons figurée en pointillé en $\alpha\alpha$. Si, à ce moment, le mobile bb' s'est avancé suffisamment pour que son extrémité antérieure se loge dans l'espace pointillé, il est évident qu'il y aura rencontre; la rencontre aurait même pu avoir lieu avant; elle pourra d'ailleurs avoir lieu après; et dans les positions que nous avons figurées, il est clair qu'elle serait inévitable, si les vitesses V et V′ différaient peu l'une de l'autre.

Mais traçons la droite MN parallèle à AC, et tangente à toutes les positions successives du mobile aa'; traçons de même la droite PR parallèle à BC, et tangente à toutes les positions successives du mobile bb'; tant que l'extrémité antérieure du mobile bb' n'aura pas franchi la droite MN, il ne peut y avoir rencontre; de même, il ne peut plus y en avoir, dès que l'extrémité postérieure du mobile aa' aura franchi la droite PR. Appelons $t + \Theta$ et $t' + \Theta'$ les temps nécessaires pour les deux évolutions; la condition nécessaire et suffisante pour qu'il n'y ait pas de rencontre est que $t + \Theta$ soit plus petit que $t' + \Theta'$. On déduira de là les valeurs qu'il faut donner à V et à V′; il est clair que dans certains cas l'une d'elles sera négative, ce qui veut dire que l'un des deux mobiles, étant déjà engagé dans le losange dangereux, devra reculer pour permettre à l'autre de passer.

Jusqu'ici, nous n'avons tenu compte que des vitesses; voyons maintenant ce que les deux mobiles doivent faire, s'il leur est permis de changer aussi leurs routes, dans le but d'éviter la rencontre.

Considérons de nouveau les points mobiles A et B (fig. 31), et supposons d'abord, pour simplifier, que le point A conserve forcément sa route, et que le point B, seul, modifie la sienne. Après avoir manœuvré

pour éviter le danger, il devra reprendre sa route primitive ; ainsi, il suivra d'abord une direction nouvelle qui sera, par exemple, BB′, puis il reprendra la direction B′C′, parallèle à BC, qui coupera la ligne AC en C′. Ainsi, la rencontre des deux routes ne peut être évitée ; on doit seulement exiger que B arrive à ce point de rencontre, après que A l'aura franchi. On voit que B cède le pas, manœuvre de manière à éviter le danger, et revient couper la route de A, en passant derrière lui, après que le danger est passé. Que devra-t-il faire dans sa manœuvre ? Il est clair que le seul moyen de faire marcher deux points dans un même plan sans qu'ils se rencontrent est de leur assigner des directions divergentes ou parallèles. Pour des points, il suffit de considérer des routes parallèles ; pour des mobiles ayant des dimensions déterminées, il y a des cas où un certain degré de divergence sera nécessaire, en raison des dimensions du losange dangereux.

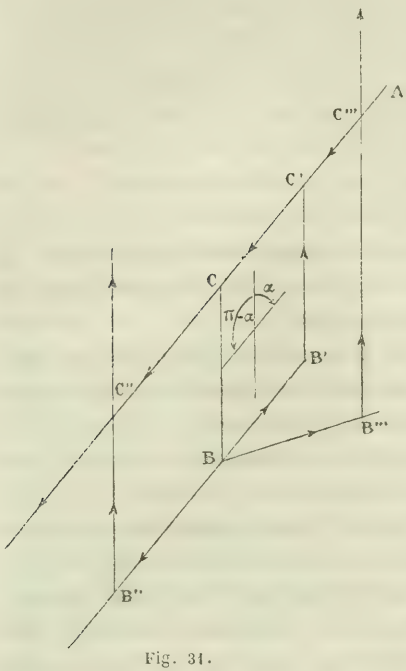


Fig. 31.

Le point B devra donc suivre une route qui fasse au moins l'angle α avec sa route primitive, en appelant α le supplément de l'angle des deux routes ; d'ailleurs, les routes nouvelles peuvent être parallèles et dirigées en sens contraire ou dans le même sens, de sorte que l'on pourra énoncer la règle suivante :

Le navire qui voit l'autre par tribord vient sur tribord de l'angle α, ou sur bâbord de l'angle supplémentaire de α, et conserve cette nouvelle direction aussi longtemps qu'il est nécessaire pour éviter l'abordage. L'autre conserve sa route.

Dans le cas d'un angle de convergence des deux routes, très obtus comme celui que nous avons figuré, la première règle est la seule bonne ; la seconde est détestable. En effet, pour suivre la première règle, il suffit de décrire l'angle α, qui est beaucoup plus petit que l'an- $\pi - \alpha$; on fait donc une manœuvre plus facile et plus courte ; de plus, il n'est pas nécessaire de suivre une marche rétrograde : on va de B en B′, et on coupe la route du navire opposé en C′, au lieu d'aller de B en B″, pour couper la route du navire opposé en C″. Enfin, la manœuvre

totale est plus vite finie, puisque les deux navires continuent à aller en sens opposé, et que par conséquent l'instant où le premier pourra aller couper la route du second en C′ est déterminé par la somme de leurs vitesses; tandis que dans l'autre cas ils naviguent dans le même sens, de sorte que l'instant où le navire qui se dérange de sa route peut la reprendre et aller en C″, cet instant qui marque la fin de la manœuvre totale, est déterminé par la différence de la vitesse des deux navires.

Au lieu de considérer les positions dans lesquelles le navire B suit des routes parallèles au navire C, considérons les positions intermédiaires, qui sont en réalité celles qui seront prises dans la pratique.

Tant que B vient sur tribord, et n'a pas atteint le parallélisme, sa route et celle de A sont convergentes, l'abordage est donc possible; mais il est de moins en moins à craindre; ainsi ces directions sont mauvaises ; mais elles pourront cependant suffire dans beaucoup de cas, surtout si l'on se rapproche beaucoup du parallélisme.

Une fois le parallélisme atteint, les routes que prendra le navire B, s'il continue à venir sur tribord, sont des routes qui s'écartent de celle que suit le navire A; elles sont excellentes par conséquent puisque B s'éloigne toujours du danger jusqu'en B‴, et ne revient vers le point dangereux C‴ que quand le navire A est déjà fort loin en avant de ce point. Mais si ces routes s'éloignent trop du parallélisme, elles font faire à B une manœuvre trop considérable, trop longue, et qui l'éloigne trop de sa route définitive; on doit donc les rejeter.

On pourra appliquer les mêmes principes à la manœuvre sur bâbord: mais, dans cette manœuvre, on voit que si B vient sur bâbord d'un petit angle, il prend des routes beaucoup plus dangereuses que sa route primitive ; de plus, s'il dépasse le parallélisme pour prendre une route divergente de celle de A, il s'écarte beaucoup trop de la route qu'il doit suivre pour aller à sa destination.

Supposons maintenant que l'angle des deux routes devienne plus petit; il est clair que les inconvénients de la manœuvre par bâbord vont en diminuant. Quand l'angle est droit, cette manœuvre devient à peu près aussi bonne que la manœuvre par tribord; elle a seulement le défaut d'être un peu plus longue, parce que B, après avoir manœuvré par bâbord, est obligé de marcher dans le même sens que A, en diminuant la vitesse jusqu'à ce que A l'ait dépassé, et lui ait ainsi permis de venir couper sa route, en lui passant derrière, tandis que, dans la manœuvre par tribord, B, venant en sens contraire de A, peut forcer sa vitesse, pour dépasser le point dangereux, qu'il atteint avec une vitesse égale à la somme de deux vitesses réunies.

Considérons maintenant des routes qui se croisent à angle aigu. On voit tout de suite que la manœuvre par tribord doit être ici abandonnée,

et que c'est la manœuvre par bâbord qui est la bonne. Ces deux manœuvres sont représentées dans notre figure 32, qui est suffisamment claire pour ne pas avoir besoin d'explication.

Nous n'insistons pas sur le cas où les deux navires suivraient la même route, soit dans le même sens, soit un sens contraire ; il est évident que ce sont des cas limite, dont la solution résulte de ce que nous avons dit précédemment.

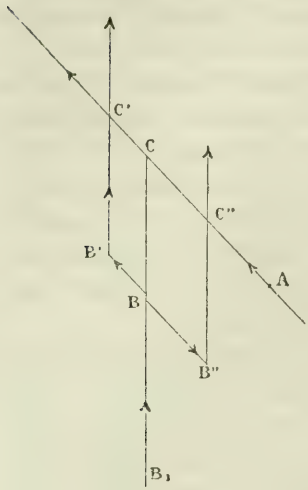


Fig. 32.

Enfin, nous nous demanderons ce que devrait faire A pour aider la manœuvre de B, dans tous ces cas que nous avons considérés. La réponse est très facile ; on voit que A devra toujours venir sur tribord.

Dans le cas où les deux navires seraient très près l'un de l'autre, on peut se demander si toutes ces manœuvres sont possibles. Si l'on construit les cercles d'évolution, on verra qu'elles le sont toujours, à moins d'une proximité telle que l'abordage serait déjà un fait accompli. On voit que nous sommes parvenu à résoudre le problème au moyen de cette règle générale très simple : le navire qui voit l'autre par tribord lui cède le pas pour lui passer derrière ; il y réussira en venant sur tribord dans le cas d'un angle de route obtus, sur bâbord dans le cas d'un angle aigu ; il pourra venir à volonté sur bâbord ou sur tribord dans le cas des angles droits ou proches de l'angle droit. Le navire qui voit l'autre par bâbord vient sur tribord pour faciliter la manœuvre de son adversaire, à qui la responsabilité de la manœuvre appartient plus spécialement.

Maintenant, si nous avons assigné au navire B le rôle qui consiste à céder le pas, c'est pour nous conformer aux conventions internationales qui existent déjà sur cette question.

L'un des articles du décret français du 25 octobre 1862 est ainsi conçu : « *Si deux navires sous vapeur font des routes qui se croisent et qui les exposent à s'aborder, celui qui voit l'autre par tribord manœuvre de manière à ne pas gêner la route de ce navire.* »

Mais le décret ne donne aucun moyen d'arriver à ce résultat ; il y a plus : dans le questionnaire annexé au décret du 26 mai 1869, il est dit, à l'article 69, que le navire en question *fait ce qu'il lui paraît nécessaire de faire, qu'il vient sur bâbord ou sur tribord, ou bien encore qu'il peut*

faire machine en arrière, ou stopper, ce qui signifie qu'il peut manœuvrer comme il veut, et qu'on ne lui prescrit rien.

La discussion que nous avons faite permet de combler cette lacune. Pour les détails techniques et pour les procédés à suivre dans la manœuvre, ils ne sont pas de ma compétence. Je remarque seulement que, puisqu'il s'agit de principes géométriques purs, la tactique nouvelle est applicable à tous les navires indistinctement, qu'ils soient à voiles ou à vapeur, et quelle que soit la direction des amures, ou celle du vent. On devra seulement modifier les prescriptions dans chaque cas particulier, en tenant compte du plus ou moins de facilité que l'un ou l'autre navire pourra avoir pour manœuvrer. Tout cela a été indiqué en détail dans les divers mémoires publiés par mon frère (1); il me reste à indiquer comment l'éclairage des navires doit être modifié, pour que la nouvelle tactique soit applicable.

La supériorité de cette tactique consiste en ce qu'elle fait entrer en ligne de compte la connaissance de la route des navires. Il faut donc que cet élément puisse être apprécié la nuit au moyen de feux convenables.

Il est facile de prouver que l'éclairage actuel consistant surtout en un feu rouge à bâbord, combiné avec un feu vert à tribord, ne donne ni la route, ni la distance, ni la vitesse des navires. Nous ajouterons qu'il ne permet même pas de distinguer le côté de bâbord du côté de tribord, avec une certitude suffisante : cela tient à diverses imperfections de l'œil humain qu'il est nécessaire de signaler ici.

La première est le daltonisme. Les individus qui en sont atteints ne distinguent pas, comme nous, dans la gamme des couleurs du spectre, sept nuances principales. Ils n'en voient que deux, qui sont le bleu et le jaune; pour eux, le spectre est bleu du violet au vert; il est jaune du vert au rouge, et il s'arrête au milieu du rouge; ainsi ces individus voient le rouge fort peu et fort mal, et ils confondent dans une même nuance le jaune, le rouge et le vert. Les statistiques prouvent que sur dix-huit hommes, il y en a un en moyenne qui est affecté de daltonisme. Quand deux navires sont en présence, l'observation est faite à bord de chacun d'eux par deux individus, qui sont l'homme de veille et l'officier de quart. Cela fait quatre en tout; ainsi les chances pour qu'il y ait erreur dans chaque cas particulier, sont représentées par le chiffre 4/18 : c'est-à-dire, que, sur cinq abordages possibles, il y en a un en moyenne où l'on se trompe dans l'observation des feux par suite

(1) *Tactique des abordages et moyen de les prévenir.* Marseille, 1864; *Tactique des abordages* (mémoire publié dans les *Annales du sauvetage maritime*, en juillet 1866, par M. Prompt, lieutenant de vaisseau).

du daltonisme. Il est vrai que, dans la marine de guerre française, on note les hommes atteints de daltonisme, afin de ne pas être exposé à leur confier de semblables observations. Mais on ne peut compter sur rien de certain à ce sujet, ni à bord des navires étrangers, ni à bord des navires de commerce. D'ailleurs, le daltonisme peut être acquis ou temporaire, et alors il s'exerce toujours sur le rouge et le vert, qui sont deux couleurs entièrement semblables, l'une étant l'ombre de l'autre, et réciproquement.

Une autre cause d'erreur, plus grave encore, est celle qui résulte de la formation d'images accidentelles.

Ces images ont été jusqu'ici fort peu et fort mal étudiées; nous ne pouvons en donner ici une théorie complète; nous nous bornerons à rappeler qu'elles sont ou positives ou négatives; les premières ne sont guères vues que par les physiologistes qui ont l'habitude de ces sortes de travaux; quant aux images négatives, elles peuvent, dans certaines circonstances, être vues par tout le monde. Ce sont des apparences illusoires que l'œil aperçoit après avoir cessé de voir les objets; elles reproduisent les objets négativement, c'est-à-dire que le blanc est remplacé par du noir, le noir par du blanc, et chaque couleur par sa couleur complémentaire, le vert par du rouge, le rouge par du vert, le bleu par du jaune, etc.

Considérons un observateur occupé à contempler l'horizon maritime pendant la nuit. Il a les yeux plongés dans l'obscurité, et fatigués par la veille; ce sont des conditions qui favorisent le développement des images. Supposons qu'un feu vert se montre à lui dans une direction quelconque. Aussitôt il le regarde quelque temps fixement, dans le but de le relever. Ensuite, il regarde ailleurs; il voit une image accidentelle négative du feu vert, c'est-à-dire un feu rouge; il la prend pour un feu réel; il la relève, et manœuvre en conséquence. Dans le but d'éviter un danger imaginaire, il perdra un temps précieux, et se trouvera dans l'impossibilité de parer à un danger réel.

Toutes ces causes d'erreurs disparaîtraient, si le vert et le rouge étaient abandonnés, comme cela a lieu dans le nouveau système d'éclairage, où il n'y a que du rouge et du blanc.

Je n'entrerai pas dans les détails de ce système, qui se modifie, naturellement, suivant qu'on l'applique à un vapeur, ou à un voilier, ou aux petits vapeurs destinés au remorquage. Je me bornerai à citer ce que dit mon frère dans ses mémoires sur l'éclairage des navires à vapeur destinés à la grande navigation, ce cas étant le plus intéressant, et le premier que l'on doit considérer.

« Les navires doivent être éclairés la nuit, de manière à signaler

leur route. Il y a encore d'autres conditions secondaires qu'un éclairage de nuit devra remplir pour être parfait. Ainsi, la théorie mathémathique complète d'une rencontre exigeant la connaissance de la route, de la distance et de la vitesse des deux navires, il faudrait manifester ces trois données du problème; cependant la notion de la vitesse résulte de la distance appréciée à deux ou plusieurs moments. Il résulte de ce qui précède que les bâtiments doivent être éclairés de manière à signaler leur route et leur distance à un moment quelconque. Du reste, quand on signale un navire pendant la nuit à l'officier de quart, il demande toujours, spontanément, comment il gouverne, et s'il est près ou loin; les habitudes pratiques sont donc ainsi d'accord avec les notions théoriques.

» Jusqu'à présent aucun éclairage n'a eu en vue de résoudre le problème ainsi posé, il suffit cependant, pour y parvenir, de représenter l'évolution du navire d'après une figure fixe quelconque, dont les changements d'aspect permettront en même temps d'estimer la route et la distance au moyen d'observations et de repères convenables. Telle est la seule manière rationnelle de traiter une question dont l'extrême simplicité ressort immédiatement. En effet, tout se réduit à éclairer une figure géométrique la plus simple possible, installée à demeure et de la même manière à bord de tous les bâtiments. Supposons un triangle isocèle rectangle dans le plan vertical de la quille ou dans un plan parallèle, et dont les deux côtés de l'angle droit soient, l'un vertical, et l'autre horizontal, l'hypoténuse étant inclinée vers l'avant, à 45° sur la verticale. Si l'on emploie trois fanaux pour représenter les trois sommets de ce triangle, on aura tout de suite l'idée de notre système, qui consistera, la nuit, à observer les déformations de ce triangle, pour en conclure approximativement la route. Le côté vertical, ne changeant jamais dans les évolutions, peut être reconstruit mentalement, lors même que le fanal inférieur qui sert à le représenter serait supprimé; c'est ainsi que notre système se borne à deux fanaux ordinaires, situés dans le plan vertical de la quille, ou dans un plan parallèle, et inclinés l'un sur l'autre à 45°, le fanal inférieur étant situé sur l'avant, de manière à déterminer une direction semblable à celle des étais. Quand on verra ces deux feux verticalement, on en conclura que le bâtiment vient droit vers l'observateur; quand on les apercevra à 45° le navire présentera son travers, et on estimera la route approximativement pour les inclinaisons intermédiaires. Un calcul très simple permet d'établir la règle pratique suivante :

» Pour les inclinaisons des feux estimées de 0° à deux quarts, on peut dire que la route du bâtiment observé fait le même angle avec le relèvement; pour une inclinaison de 3 quarts, on supposera la route à 4 quarts,

et enfin, pour l'inclinaison voisine de 7 quarts, on la supposera toujours à 7 quarts du relèvement.

» Les deux fanaux doivent éclairer à partir de l'avant jusque par le travers du navire des deux bords; mais ils ne peuvent éclairer en arrière sans tromper l'observateur, en reproduisant des inclinaisons symétriques. Or, tout navire doit, autant que possible, manifester sa présence même en arrière de sa route; pour arriver à ce but, il faudra que la moitié du fanal, en arrière du travers, soit rouge, et séparée par un écran de la partie avant, qui restera blanche. Mais comme l'installation de deux fanaux, éclairant tout l'horizon, n'est jamais parfaite à cause des mâts, des cordes et des voiles qui interceptent plus ou moins la vue, il sera préférable d'avoir deux couples, l'un à tribord, l'autre à bâbord, masqués du bord opposé par des écrans, comme dans le système actuel. On aura ainsi quatre fanaux toujours allumés; c'est le même nombre qui est actuellement usité à bord des navires à vapeur, puisque généralement on suspend deux feux blancs sous la hune de misaine, et qu'on a un feu coloré de chaque côté, rouge à bâbord, et vert à tribord.

« Remarquons que le système actuel ne sert qu'à signaler une partie des côtés de tribord et de bâbord d'un bâtiment; or ceci est un résultat qui s'obtient secondairement avec la plus grande facilité à l'aide de notre système. Ainsi, quand l'inclinaison de nos feux est à droite, on voit le côté de tribord, quand elle est à gauche, on voit bâbord; quand les deux feux sont blancs, on voit l'avant; quand ils sont rouges, on voit l'arrière.

» Nous avons reconnu que tout bâtiment devait porter un signal, non seulement de route, mais de distance; pour cela, il suffira de convenir que les deux fanaux dont il vient d'être question, seraient placés à bord de tous les bâtiments, à la même distance l'un de l'autre; alors leur écartement visuel indiquera approximativement la distance variable des navires. Par exemple, le fanal supérieur sera placé à $2^{m},50$ en projection verticale du dessus du fanal inférieur, ce qui correspond à $3^{m},54$ en ligne directe. Mais il faudra se tenir en garde contre les augmentations ou diminutions de distances correspondant aux inclinaisons croissantes ou décroissantes des feux. Ce sera encore une affaire d'habitude, d'expérience et de coup d'œil, comme tout ce qui est du ressort de la profession maritime. Il est évident, du reste, qu'on ne doit prétendre qu'à de grossières estimations dans une question semblable. »

M. CADOT

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

SUR L'ACTION DES GRANDS CHANTIERS SUR LA MORALITÉ DES PAYS INTÉRESSÉS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 30 août 1879 —

M. Cadot résume ainsi qu'il suit l'action morale des grands chantiers, dont on peut prendre pour type les chantiers de construction des chemins de fer.

Les employés supérieurs intelligents sentent peu l'influence de cette démoralisation : ce sont surtout les ouvriers locaux. Les ouvriers principaux ne sont que des étrangers; les locaux ne sont que manœuvriers. Les tacherons paient cher, mais comme cantiniers prélèvent un impôt énorme; des dettes se contractent, les ouvriers locaux, à qui l'ouverture de la ligne a donné de grandes espérances, dépensent beaucoup, et jettent ainsi l'immoralité partout : les expropriations, véritable jeu, agissent dans une sphère assez étendue. M. Cadot appuie toujours sur ce fait : que l'immoralité se répand de la contrée dans le pays; que lorsque le chemin de fer est construit, la misère apparaît et vient remplacer les espérances; que l'immoralité, une fois mise dans le pays, n'en disparaît pas.

Il considère le cas où, dans une ville, un grand nombre d'ouvriers se trouvent sans travail. Il montre que la création de grands chantiers et le travail d'ateliers municipaux, n'est qu'un leurre pour les ouvriers qui rendent ce qu'ils ont pris sous forme d'octroi, etc... Il conclut en émettant le vœu que les travaux soient faits non au point de vue du bénéfice à retirer pendant, mais après leur exécution.

M. DUCORNOT

Ingénieur civil chargé de la canalisation de l'Hérault à Gignac.

UTILITÉ DU CANAL DE L'HÉRAULT POUR LES IRRIGATIONS

— Séance du 30 août 1879. —

Le canal de l'Hérault, qui est sur le point d'être mis en exécution, est destiné à arroser, rive droite et rive gauche, la vallée comprise entre le pont de Saint-Guilhem, Ceyras et Tressan, sur une longueur d'environ 25 kilomètres, qui se relie à la grande plaine de Pézenas à Béziers et Narbonne, arrosée en projet par le canal Dumont.

Le projet aura son origine à un barrage à établir sur l'Hérault en amont du village de Saint-Guilhem. Du barrage au pont de Saint-Guilhem, le tracé suivra la rive droite et sera commun aux deux rives, et la bifurcation se fera en ce point.

La branche rive gauche passera au-dessus de la ville d'Aniane, dans celle de Gignac, près du village de Popian, traversera celui de Pouzols, touchera le Pouget et Tressan et se terminera au ruisseau de la Mayre près de Balarga.

La branche rive droite touchera à Saint-Jean-de-Fos, passera près de Lagamas, au-dessus de la ville de Saint-André et viendra se terminer aux portes de Ceyras, après avoir desservi le hameau important de Camboux.

Tous ces centres importants, actuellement privés d'eau ou qui se la procurent par des moyens très coûteux et très onéreux, pourront, par l'installation du canal de l'Hérault, se procurer facilement et à peu de frais celle dont ils manquent et dont ils ont si grand besoin.

Sur cette étendue d'environ 4,000 hectares, 3,500 étaient naguère complantés en vignes qui ont complètement disparu, détruites par le phylloxera.

Sur cette surface, il y a près d'un tiers de terrain occupé avant la vigne par des garrigues ou bois de chêne vert, qui sans eau devra être abandonné ; un autre tiers, composé de terrains argileux légers et peu profonds, ne saurait produire que des récoltes illusoires, et celles sur le tiers restant seront annuellement fortement compromises par la sécheresse persistante dont nous avons eu des exemples terribles dans ces deux dernières années.

Nous n'avons pas besoin d'insister pour démontrer le changement profond qui s'est produit dans la propriété rurale sur ce territoire ; des exemples, malheureusement trop nombreux et connus de tous, nous dispensent de nous appesantir sur cette perte agricole que nous appelons un désastre national. Un seul fait nous permettra d'établir d'une manière irréfutable l'état précaire où sont réduites les propriétés de la vallée de l'Hérault; le prix de la journée des ouvriers avait atteint 4 francs et 4 fr. 25 c. ; il est descendu à 1 fr. 50 c. et tous les bras ne trouvent pas à s'occuper. La seule culture possible aujourd'hui, la seule tentée du reste, est celle des céréales. Ces dernières années, les revenus ont à peine couvert les frais d'exploitation et de semences, aussi le découragement est complet.

La population agglomérée dans les divers villages compris dans le périmètre à arroser est d'environ 20,000 habitants. La récolte en céréales peut à peine en nourrir la moitié, le reste n'a en perspective que la misère ou l'émigration qui s'opère déjà sur une vaste échelle.

L'irrigation seule pourra assurer des récoltes qui permettront aux propriétaires de compter sur un produit rémunérateur de leurs travaux et qui sans elle, nous ne craignons pas de l'avancer, seraient forcés d'abandonner leurs terres qui ne produiraient même pas les impôts dont elles sont grevées.

Elle rendra possible l'élevage des bestiaux qui fourniront, outre leur revenu direct, le fumier dont on manque complètement et sans lequel on ne saurait tenter une culture sérieuse.

L'arrosage donnera pour les cultures en prairies de 12,000 à 15,000 kilogrammes de fourrage à l'hectare. Sur les terrains cultivés en céréales, il assurera la première récolte en en augmentant notablement le produit et permettra une seconde culture de maïs vert ou de légumes qui représentera la moitié ou au moins le tiers de la valeur de la première.

Cette année, grâce aux pluies fréquentes et exceptionnelles du printemps, la récolte en céréales est venue d'une manière extraordinaire. D'après des renseignements nombreux et précis, pris aux aires de dépiquage, le rendement qui avait été seulement de 4 à 5 pour un l'année dernière, s'est élevé cette année à 10, 12 et même 14 pour un.

Ce revenu exceptionnel, dû exclusivement aux pluies fréquentes de l'hiver et du printemps, et dont l'installation seule d'un canal peut faire espérer le retour, sera sensiblement augmenté par la seconde récolte ainsi obtenue après la moisson ou par l'emploi de cultures fourragères ou mieux appropriées ; aussi nous ne craignons pas d'avancer que si la plantation des vignes redevient possible, nos agriculteurs ne commettront pas l'imprudence de planter toutes leurs terres, comme ils l'avaient fait, et éviteront ainsi, sans compromettre leurs intérêts, les mécomptes terribles qu'ils ont subi naguère et qui les ont jetés brutalement, sans transition aucune, aux portes de la misère.

Les oliviers, dont la récolte est presque annuellement compromise par la sécheresse, se trouveront au mieux de l'arrosage.

Il y a un autre genre de culture presque inconnue dans le pays et qui est appelée à un grand avenir : c'est celle de la betterave. D'après des expériences faites sur plusieurs points dans ces derniers temps, cette plante mise en terrain ordinaire, quoique arrosée très imparfaitement, à la main, a donné des sujets qui ont atteint 15 et même 18 kilogrammes de poids. La culture des betteraves, outre les services incontestables qu'elle rendrait au point de vue de l'engraissement des bestiaux, donnerait encore un grand résultat aux propriétaires viticoles de l'Hérault. Par suite de la culture en grand de la vigne, tous les propriétaires se trouvent possesseurs d'engins vinaires représentant pour eux une grande valeur, qu'ils doivent vendre aujourd'hui à vil prix ou détruire, n'ayant plus de vin à y loger. La distillation de la betterave donnerait de l'alcool

qui, logé même en petite quantité dans les foudres, en assurerait la conservation.

Les terrains argileux, légers de la vallée de l'Hérault sont on ne peut plus aptes à recevoir cette culture et ne sauraient manquer de fournir le rendement de 50 à 60,000 kilogrammes par hectare, et même plus que l'on récolte dans les pays où cette culture est faite en grand.

Nous ne ferons que mentionner la culture du tabac qui présente dans les jardins où il est cultivé comme plante d'agrément des sujets de la plus belle venue.

Quant à la culture de la vigne par la submersion, seul procédé préservatif dont l'expérience ait démontré l'efficacité pratique, sans la considérer comme générale et exclusive, elle pourra cependant être employée sur une grande échelle et donnera un moyen sûr et économique de reconstituer une partie des vignobles détruits par le phylloxera.

Tous les insecticides connus ont été essayés pour combattre le terrible insecte, la plupart l'ont détruit là où ils ont pu pénétrer et l'atteindre, mais, malgré tous les moyens employés, ils n'ont pu arriver à l'extrémité des racines et des radicelles de la vigne qui se trouvent à une grande profondeur.

Le phylloxera, dont la progression effrayante du nombre croissant des individus ayant pour point de départ une seule femelle, atteint, d'après les calculs de M. Planchon, plus de 25 milliards, a continué ses ravages et a tout détruit en peu de temps.

L'eau sera de la plus grande utilité dans la plantation des vignes américaines en assurant la prise des plantes et en permettant pendant la grande sécheresse la formation des nouvelles radicelles qui, se développant au collet, reconstituent la vigueur de ces cépages enlevée par le phylloxera avec lequel elles cohabitent.

Nous avons vu personnellement des exemples concluants du fait que nous avançons ; à Gignac, nous avons assisté à la plantation de plants américains qui ont été placés dans des terrains parfaitement préparés, défoncés profondément et fumés avec du fumier de bergerie, la prise a été difficile et beaucoup ont succombé. Des mêmes plants, choisis parmi les sujets les plus faibles, ont été plantés à part et arrosés assez régulièrement ; tous ont pris et ont vigoureusement végété.

Il nous a été permis de voir une souche de Jacquez, à Pézenas, dans l'enclos de M. Oustrin. Ce plant est placé au bord d'une rigole d'arrosage qui débite de l'eau fréquemment. Il a donné cent boutures la première année, trois cents la seconde ; en juillet 1879, il portait trois cent douze raisins magnifiques et, suivant les prévisions de son propriétaire, promettait de donner 1,000 boutures cette année.

L'établissement d'un canal d'irrigation produira un autre grand avan-

tage, par le limonage obtenu par les eaux troubles de l'Hérault, en hiver ou en temps de crues. Lorsque le fleuve est grossi, il charrie une grande quantité d'argile et de débris de végétaux enlevés aux flancs des montagnes qui forment son bassin supérieur; ce limon, déposé sur les terrains légers de la vallée, amendera le sol et le perfectionnera en lui fournissant les éléments constitutifs qui lui manquent.

Nous avons déjà recueilli l'adhésion de nombreux propriétaires représentant 1,600 hectares arrosables. Les enquêtes réglementaires ont eu lieu et ont été unanimes.

Le syndicat définitif, autorisé par arrêté préfectoral en date du 26 juin dernier, poursuit la demande en déclaration d'utilité publique. Il a accepté, en principe, les propositions faites par M. l'ingénieur en chef du service hydraulique ayant pour but de faire exécuter les travaux par l'État, solution qu'il serait heureux de voir aboutir et accepter par l'Administration supérieure.

Au cas où ce système ne pourrait aboutir, ou pour général iser, il serait à désirer que le Crédit Foncier étendît ses prêts aux syndicats régulièrement constitués, ou mieux encore qu'il fût formé pour les canaux une caisse dans le genre de celle des chemins vicinaux, à laquelle pourraient s'adresser les syndicats présentant des garanties sérieuses et reconnus et autorisés par l'État.

Les organisations syndicales ne seraient plus à la merci de spéculateurs plus ou moins honnêtes pour se procurer les fonds dont elles ont besoin. Un nouvel et grand essor pourrait être donné aux canaux dans le midi, seul moyen de sauver ces populations si fortement et si cruellement éprouvées.

Les taxes d'arrosage sont fixées à 52 fr. 50 c. par an et par hectare au maximum ; ce chiffre pourra être notablement réduit par suite de l'adhésion de nouveaux adhérents et des subventions que l'État accordera sûrement à cette œuvre d'intérêt capital.

La question du canal de l'Hérault mériterait d'obtenir au plus tôt une solution définitive pour l'exécution des travaux.

Outre les grands avantages directs que le canal procurerait en permettant, en été, d'arroser les prairies, les jardins, les cultures maraîchères, en hiver, de submerger les nouvelles plantations de vignes, il procurerait pendant son exécution du travail à la classe ouvrière qui en a le plus grand besoin, arrêterait l'émigration qui s'opère sur une grande échelle et conjurerait la crise terrible que nous traversons.

M. CHEYSSON

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur de la statistique graphique au ministère des travaux publics.

ALBUM DE STATISTIQUE GRAPHIQUE POUR 1879

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. le Président présente, au nom de M. Cheysson, l'album de statistique graphique pour 1879; il donne lecture d'une note où M. Cheysson rappelle les arrêtés ministériels décidant la création de cet album; indique les divers perfectionnements apportés à la rédaction de cet ouvrage, ainsi que les avantages généraux que présente la statistique graphique, et donne une liste des publications actuelles de ce genre.

M. VIAL

Capitaine de frégate en retraite.

DES FORMES DES GRANDS NAVIRES A VAPEUR (1)

— Séance du 1er septembre 1879. —

III

Comme conséquence des observations que nous avons présentées au sujet de la forme et de l'action des vagues, plusieurs modifications dans la structure des vapeurs du commerce nous paraîtraient avantageuses.

Prenons pour exemple un paquebot de 120 mètres de long, 11 mètres de creux et 13 mètres de large, dimensions fréquemment adoptées actuellement.

Ce sont des navires qui, comparativement aux anciens bâtiments, évoluent lentement en raison de la plus grande longueur de leur quille relativement à leur largeur au maître couple.

On pourrait, sans perdre de place à bord, sans diminuer leur solidité et en réduisant le poids de leur extrémité avant, incliner leur étrave sous un angle très oblique de manière à réduire de 30 mètres environ la longueur de leur quille. (Fig. 33). On supprime ainsi l'espèce de lame massive formée au-dessous de l'étrave par les deux murailles qui

(1) Voir la communication relative aux mouvements de l'atmosphère et aux ondulations de la mer, page 367.

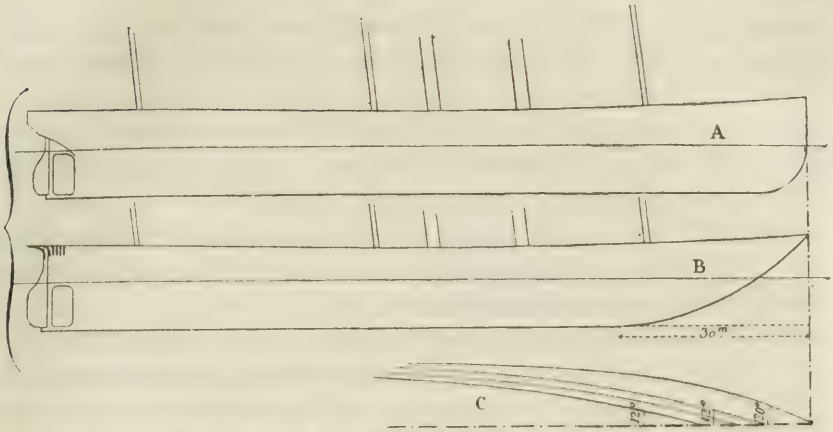


Fig. 33. — *A*. Forme actuelle ; *B*. Forme proposée, étrave inclinée, quille réduite de 30 mètres pour réduire le poids et le tangage et pour accroître la facilité d'évoluer ; *C*. Lignes d'eau avant de 12° de la quille à la flottaison et de 20° au pont.

y sont très rapprochées, qui crée des dangers pour le navire en cas d'échouage et de collision.

Je crois qu'en maintenant à 20 degrés sur le pont et à 12 degrés à partir de la flottaison au maximum les angles des lignes d'eau, ce nouvel avant rencontrera moins de résistance que les avants actuels.

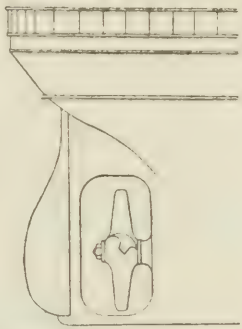


Fig. 34. — Arrière actuel.

Lorsqu'il croisera une vague, le point d'appui de la poussée verticale de l'ondulation sur l'avant sera à 15 mètres au moins plus rapproché du centre du navire que dans l'ancien type. Ses oscillations dans le sens de la longueur seront considérablement diminuées. La vitesse y gagnera. Elles le seront d'autant plus qu'en supprimant un poids inutile devant, je supprimerais aussi un poids inutile derrière qui paraît lui faire équilibre, la rotonde suspendue en porte à faux au-dessus des étambots, elle ne sert qu'à ébranler les liaisons arrière et à donner des rappels brusques de tangage. Je la remplacerais par une circulaire (Fig. 34 et 35) destinée à déborder des ailes de l'hélice les amarres de l'arrière. Elle serait soutenue par des arcs-boutants en fer et porterait des caillebotis en fer comme ceux des jardins d'un vapeur à roues. Elle serait surmontée d'une rampe ou batayolle. La coque du navire s'arrêterait à l'étambot arrière sur lequel est fixée la mèche du gouvernail.

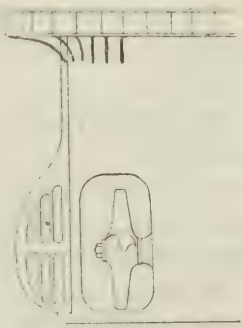


Fig. 35. — Arrière propos

Pour augmenter l'action du gouvernail, j'allongerais le safran, mais au lieu de le laisser plein, je le composerais de lames parallèles écartées de $0^m,20$ environ, fortifiées par une traverse. Il résisterait mieux aux coups de mer, aux lames que fait déferler le navire. Ce système est employé sur les lorchas et les jonques en Orient. (Fig. 36.).

Fig. 36.

Enfin, j'adopterais, au lieu des formes actuelles des maîtres couples, des formes plus fines dans les fonds et plus évasées dans les hauts. (Fig. 37).

La stabilité des navires serait plus grande et plus régulière, elle changerait moins avec les conditions diverses du chargement, du temps ou à la suite de la consommation du combustible.

Elles assureraient le relèvement instantané du navire couché dans un coup de roulis inattendu par des lames exceptionnelles, les plus dangereuses.

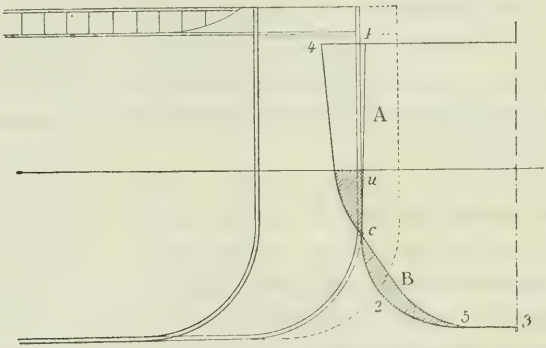


Fig. 37. — Maître couple actuel 1, c. 23 ; Maître couple proposé 4 c. 53.

Les capacités du bâtiment seraient restreintes dans les fonds, elles seraient accrues dans les hauts, ce qui vaudrait mieux pour les marchandises.

En cas de voie d'eau, le navire s'emplirait moins vite et ne s'inclinerait pas.

En cas d'abordage (Fig. 37), le navire, au lieu d'être ouvert jusqu'à la profondeur de sa quille par l'étrave droite de l'abordeur, s'il est frappé dans son centre, n'est atteint que dans ses hauts.

Sa flottaison pourrait être protégée efficacement par une cloison étanche longitudinale qui suivrait la ligne *uc* (Fig. 37) dans toute la partie centrale du paquebot sur une longueur de 60 mètres. Dans l'espace compris entre cette cloison (de 2 mètres de hauteur) et le bord, pourraient être emmagasinés l'eau douce, des rechanges, etc.

Le tracé du maître couple que nous proposons s'éloigne du tracé du couple actuel à 3 mètres de la quille pour laisser au fond du navire et au centre une assiette de 6 mètres de large pour les échouages.

Notre ligne croise en *c* la ligne de l'ancien couple et rencontre la flottaison au point *d* remplaçant par le volume projeté sur le triangle *u*, l'onglet inférieur équivalent B enlevé au volume de l'ancienne carène

Les formes des couples proposées sont préférables pour diminuer les amplitudes du roulis et assurer une bonne marche au navire.

Telles sont les bases d'un projet dont les détails ne sont point encore complètement étudiés, mais que je recommande avec confiance à l'examen des personnes compétentes.

M. E. LENEVEU

Ingénieur civil à Nantes.

MODULE DES ENGRENAGES

— Séance du 1er septembre 1879. —

Je me suis occupé antérieurement de la question des unités mécaniques, et j'ai indiqué une formule relative au module dans les engrenages, dont je désire faire connaître les avantages.

Je représente par M le module (nombre entier),
P le pas de l'engrenage,
D le diamètre primitif de la roue,
d — — du pignon,
N le nombre de dents de la roue,
n — — du pignon.

En prenant pour le pas de l'engrenage $M \times \pi$, le nombre de dents qui est égal à la circonférence divisée par le pas, devient

$$N = \frac{D \times n}{M \times n} = \frac{D}{M}$$

$$\text{Ainsi} \quad N = \frac{D}{M} \quad \text{ou} \quad D = N \times M$$

Cette méthode de l'emploi du module qui consiste à éliminer le nombre incommensurable π donne une grande simplification dans le calcul des engrenages.

Avec des pas peu éloignés les uns des autres de $3^{m}{}^{m}$ 1415926.. nous avons déjà une économie assez importante, comme modèle d'engrenages, d'emploi pour une usine.

Mais ce que je veux surtout montrer, c'est l'économie de temps que procure l'emploi des modules d'engrenages :

Dans un atelier, quand un engrenage nouveau est à produire, on détermine l'épaisseur des dents, c'est-à-dire la force et le diamètre de la roue qui donne la vitesse et par suite le nombre de chevaux-vapeur. Les rapports entre le pas et le diamètre ont été déterminés au point de vue pratique par F. Reuleaux, directeur de l'école industrielle de Berlin, et par F. Redtenbacher, directeur de l'école polytechnique de Carlsruhe.

J'ai indiqué sommairement ces résultats acquis par l'expérience dans ma communication aux ingénieurs civils le 2 février 1877 sur les transmissions de mouvement par courroies.

Je reviens à l'économie de temps que procure l'emploi des modules dans les engrenages.

Supposons qu'il faille deux roues dentées d'un pas de $44^{m}{}^{m}$ environ et d'un diamètre de $660^{m}/^{m}$.

Si l'on cherche le nombre de dents $N = \frac{660 \times \pi}{44} = 47.12.$

on doit prendre par suite 47 dents, mais on doit revenir en arrière par un calcul supplémentaire pour déterminer exactement le pas de l'engrenage ou le diamètre de la roue

$$P = \frac{660 \times \pi}{47} 44^{m}{}^{m} 12.$$

Cherchons à résoudre le même problème au moyen *du module :*

$\pi \times 14$ donne $43^{m}{}^{m},98$ que nous adoptons pour le pas de l'engrenage

$\frac{660}{14}$ nous donne 47.1, nous prenons 47 dents

et $47 \times 14 = 658$ donne le diamètre de la roue.

Dans les ateliers de constructions mécaniques et dans le mode, mauvais, le plus généralement suivi, la détermination exacte des diamètres des roues d'engrenages étant longue et constituant une gêne dans l'étude d'un projet, on rejette ce travail fastidieux à la fin.

Mais il arrive que lors de l'exécution des détails, les écarts sont quelquefois tellement considérables que le projet est à remanier complètement. L'emploi des modules permet au contraire de déterminer dès le début et invariablement les diamètres et les distances des centres à employer.

A Rouen, ville de filature, à Lille et dans tout le département du

Nord, l'emploi du module dans les engrenages est usuel. Il est surtout utile dans les pays comme l'Angleterre où le système de numération est en désaccord avec le système de mesures.

Ainsi il résulte de l'emploi des modules dans les engrenages que la distance d'axes est un nombre entier de millimètres. C'est ce fait qui m'a conduit à rechercher les triangles rectangles dont les côtés sont figurés par des nombres entiers.

Si nous nous figurons une machine délicate de précision, soit un instrument d'optique ou d'horlogerie, au montage sur le marbre : le trusquin en glissant décrira à l'extrémité de sa pointe à tracer des lignes dans un plan horizontal et en le maintenant immobile sur sa glace la pointe décrira des lignes verticales. C'est le tracé usuel de montage.

Mais il est évident que, au moyen du compas à vis micrométrique, il sera plus facile de tracer des centres très exactement par la considération des triangles rectangles (côtés en nombres entiers) dont les dimensions à prendre sont faciles et très exactement obtenues sur une règle de précision. L'emploi du trusquin n'est pas rejeté pour cela, il servira d'auxiliaire au besoin.

M. DEVIN [1]

Ecrit-Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SUR LES OSCILLATIONS D'EAU DANS LES RÉSERVOIRS A AIR

(EXTRAIT DU PRÉCIS-VERBAL.)

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. Devin rappelle en quelques mots le principe général de l'augmentation des forces vives dans les phénomènes oscillatoires, et en montre l'application dans le cas présent. Il étudie le cas d'un tuyau aboutissant d'un côté à un réservoir à air comprimé, de l'autre à un réservoir à air libre ; il donne les formules relatives à ce cas, étudie l'action du frottement, et pose les lois de ce mouvement. Il étudie ensuite le mouvement dans l'hypothèse d'un débit, déduit les formules différentielles des précédentes, en tire les formules générales des oscillations dans ce cas, et montre comment, certains termes négligés, on

[1] Nous avons eu le regret d'apprendre, en novembre 1879, la mort prématurée de M. Devin dont le zèle et l'intelligence avaient été hautement appréciés par les membres de la section du génie civil pendant la session de Montpellier.

peut arriver à un calcul pratique. Il donne les expériences faites par M. Dellon, ingénieur des ponts et chaussées, sur la conduite d'eau de Béziers, et indique le rôle que doit jouer l'élasticité de l'eau dans ces phénomènes, lorsque la conduite est un peu longue.

M. Auguste SIBOUR

Capitaine de vaisseau à Salon (Bouches-du-Rhone).

L'ÉTANG DE BERRE AU POINT DE VUE MILITAIRE ET COMMERCIAL

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Les progrès accomplis depuis trente ans dans les constructions navales et dans l'artillerie, ont profondément modifié les rapports entre l'attaque et la défense des côtes et des ports.

Au temps des navires à voiles, il fallait à la marine militaire comme à la marine marchande, des ports ouverts sur la mer où l'on pût facilement entrer, d'où l'on pût aisément sortir. Des batteries à feux plongeants, d'autres à feux rasants suffisaient à la protection de ces ports, avec cette considération capitale que le défenseur d'une place, jugeant tout aussi bien des circonstances de temps que le pouvait faire l'agresseur, ne redoutait aucune surprise; les heures de sécurité absolue étaient marquées, marquées aussi les heures de vigilance. A cette époque, non loin de nous encore, les hommes spéciaux se livraient à d'ardentes controverses, les uns soutenant la prédominance du fort terrestre sur le navire, d'autres la donnant au navire sur le fort. Tourville forçant l'entrée de Rio-de-Janeiro avec 6 vaisseaux, l'amiral Roussin remontant le Tage jusque devant Lisbonne, et la flotte anglaise détruisant la flotte danoise sous les murs de Copenhague donnaient déjà une force considérable à ces derniers. Quoi qu'il en pût être, l'application de la vapeur à la navigation fit encore pencher la balance du côté des forteresses flottantes.

Le navire à vapeur pouvait, en effet, se mouvoir à son gré; il était maître du choix de son heure; il condamnait la défense à un qui-vive perpétuel. Toutefois, ce ne fut là qu'une alerte de courte durée. Le navire à aubes avait dû sacrifier un espace considérable à l'installation de sa machine et à l'appareil évaporatoire; il avait perdu une notable partie de son artillerie, et, de plus, il était extrêmement vulnérable; aussi son rôle se restreignit-il bientôt à n'être que l'auxiliaire du vais-

seau, seule vraie machine de guerre auquel il s'accouplait par le côté extérieur pour le conduire sous les batteries ennemies, comme à Tanger et à Mogador.

Cependant l'éveil était donné, et les esprits chercheurs, en Angleterre et en France surtout, s'étaient mis à l'œuvre, et bientôt on vit apparaître sur les eaux des vaisseaux armés de toutes pièces, comme leurs devanciers, abritant dans leurs vastes flancs de puissantes machines, ayant pour organe propulseur, une hélice immergée placée à l'arrière. Le plus beau type du genre fut le *Napoléon*, dû au génie de M. Dupuy de Lôme. En 1854, aux débuts de la guerre de Crimée, le *Napoléon* remontant le courant des Dardanelles avec un autre vaisseau à la remorque, fut, pour son auteur comme pour la marine française, un éclatant triomphe.

Avec le navire à hélice, l'attaque avait fait un pas immense; la défense demeurait stationnaire. Aussi, lorsque les escadres alliées se présentèrent devant Sébastopol, les Russes, nos ennemis d'alors, se virent-ils contraints, malgré leurs forteresses de granit hérissées de canons, à couler leurs propres vaisseaux dans les passes pour en interdire l'accès. Et, pendant que, dans la mer Noire, ils accomplissaient, pour leur sécurité, ce sacrifice suprême, dans la mer Baltique le docteur Jacobi inventait la torpille, venant ainsi au secours de la défense aux abois. La première impression produite par ce nouvel engin fut une sorte de crainte mystérieuse. Mais, nos matelots, bientôt dressés à les détacher du fond, prenaient un malin plaisir à cette pêche d'un nouveau genre, sans en être autrement intimidés. C'est donc à des considérations d'une tout autre nature qu'il conviendra d'attribuer l'inaction, peut-être voulue, des forces anglo-françaises dans la mer Baltique! C'est aussi durant cette guerre de Crimée qui vit se produire dans les deux camps de si nobles courages et de si persévérants efforts, que des navires bardés de fer, invulnérables à l'artillerie d'alors, dus à l'inspiration de l'empereur Napoléon III, arrivèrent dans la mer Noire et réduisirent si facilement la forteresse de Kinburn, déroutant la défense! Mais, ces batteries flottantes étaient lourdes, peu manœuvrantes ; nous avons aujourd'hui des vaisseaux portant une formidable artillerie.

La défense en est toujours à la torpille. Aussi nous serait-il facile de démontrer l'impossibilité de défendre d'une façon absolument efficace Toulon, le seul port militaire que nous ayons dans la Méditerranée, si nous n'étions retenus par un sentiment de réserve patriotique. Les passes de Toulon seront défendues par des torpilles, protégées par des bateaux porte-torpilles, couvertes par un tel développement de forts et de batteries, qu'il nous est permis d'affirmer qu'aucune flotte ennemie,

si puissante fût-elle, n'osera tenter une action de vive force contre une rade qu'elle ne pourrait occuper pendant quelques heures sans être broyée par l'artillerie de nos forts. Aussi n'est-ce pas d'une occupation, même momentanée, que nous avons à nous inquiéter : ce que nous avons à redouter ici, c'est une œuvre de destruction contre laquelle nous nous sentons désarmés.

Toulon, avec ses défenses fixes, une escadre et des bateaux-torpilles, constituant sa défense mobile, peut défier les plus grands efforts. Mais Toulon, avec ses impedimenta, avec son arsenal principal, ses deux arsenaux annexes du Mourillon et de Castigneau, avec ses bâtiments de réserve, avec son matériel inerte, ses chantiers de construction, ses magasins, ses entrepôts que rien ne peut mettre à l'abri des projectiles incendiaires de l'ennemi, est vulnérable à l'excès, et c'est précisément ce dont nous voudrions l'affranchir.

Désormais, les meilleurs ports, les seuls bons, seront situés le plus loin possible de la mer, défiant, par cet éloignement même, non seulement l'artillerie actuelle, mais encore l'artillerie de l'avenir, aux progrès de laquelle nul ne saurait poser de limites.

Or, si Marseille est à quelques lieues à l'ouest de Toulon, à 2 heures à l'ouest de Marseille s'ouvre l'étang de Berre, magnifique nappe d'eau de près de 18,000 hectares de superficie, avec des fonds de 10 mètres, existant déjà sur un espace 7 fois grand comme la petite rade de Toulon. Là, à 7 kilomètres de la mer, et à l'abri d'une chaîne de montagnes, allant de Martigues à Saint-Chanat, dans la direction du sud au nord, sur un parcours de 17 kilomètres, on peut remiser toutes les cales de construction, tous les chantiers, tous les ateliers, tous les entrepôts, et, d'abord et surtout, tout le matériel flottant de la marine du commerce, si compromis dans le port de Toulon, voué à une destruction certaine dans les ports de Marseille et de Cette. C'est-à-dire que, comme port de refuge, l'étang de Berre s'impose comme une nécessité immédiate, comme une œuvre de la plus élémentaire prudence.

L'étang de Berre est lié à la mer Méditerranée, par un canal allant de Martigues à Bouc, sur le golfe de Foz. Ce canal, qui était à peine navigable pour les bateaux de pêche, il y a trente ans, a été dégagé à 3 mètres de fond d'abord; puis à 6 mètres. Le pont tournant qui le ferme, à Martigues entre l'île et Ferrières, est établi sur un pivot central, constituant ainsi deux passes, dont les dimensions ont été calculées en prévision de l'avenir réservé à l'étang de Berre; leur largeur est de 22 mètres et leur profondeur de 10 mètres. Nos plus forts navires de guerre y passeraient aisément. Il suffirait donc, dès aujourd'hui, pour que l'étang de Berre pût être l'asile inviolable pour notre marine marchande

en temps de guerre, et devînt accessible à la marine militaire, que le canal fût creusé à 10 mètres dans toute sa longueur ; que le petit port de Bouc fût également approfondi à 10 mètres et que l'on portât les fonds de la passe de Port de Bouc à la mer de 9 mètres à 12 mètres en raison de la levée possible avec les forts vents de sud-est.

Les travaux déjà entrepris à Port de Bouc, sur les crédits alloués par le Parlement, semblent indiquer, dans l'esprit du gouvernement, des dispositions favorables à nos projets. Nous souhaitons de toute l'ardeur de notre patriotisme, que nos vœux reçoivent enfin et bientôt une réalisation complète.

L'étang de Berre fermé à tous les regards indiscrets, à l'abri de toute insulte, viendrait ajouter considérablement à la force défensive de Toulon. L'ennemi qui voudrait bloquer cette dernière place, redoutant une diversion du coté de Berre, serait tenu de diviser ses forces, et sa situation morale serait d'autant plus affaiblie, que, pouvant mesurer au plus juste les moyens de défense de Toulon, il aurait sur ses flancs ou sur ses derrières, dans les réserves de l'étang de Berre, un redoutable inconnu. Ajoutons encore cette considération purement technique, mais d'une valeur capitale qui ne manquera pas de frapper l'esprit des hommes du métier. Supposons que Toulon soit bloqué, après avoir reçu dans sa rade, notre escadre battue dans une première rencontre, venant s'y réparer et demander des renforts pour affronter de nouveaux combats. On armera les navires tenus en réserve. Mais quelle valeur auront ces navires armés en toute hâte, dont la machine seule aura pu être essayée, et cela, au point fixe, au dynamomètre ! Tandis que le même fait se produisant dans l'étang de Berre, chaque commandant pourrait s'y livrer à toutes les expériences de marches et d'évolution ; exercer ses officiers et son équipage ; se familiariser lui-même avec son personnel comme avec son matériel ; et, cela fait, mais alors seulement, il sortirait avec un navire prêt en tous points à affronter les dangers de la mer et les chances du combat.

Tels sont, au point de vue militaire, les arguments fort écourtés qui militent avec une puissance qui nous paraît irrésistible, en faveur de l'ouverture de l'étang de Berre.

Mais si de ces considérations, nous passons à celles que nous inspirent les besoins de notre commerce et de notre industrie, nous rencontrerons d'autres arguments non moins décisifs.

Quelle est, en effet, la situation de la France par rapport au canal de Suez, cette voie par où s'écoulent vers le vieux monde les trésors si recherchés de la Chine, du Japon, de l'Inde, et des îles de la Sonde. La France est géographiquement devancée sur cette route par les puissances riveraines de la mer Noire ; par l'Autriche sur l'Adriatique ;

par la Péninsule Italique. Le percement du Brenner, du Saint-Gothard et du Mont-Cenis, aura pour résultat immédiat, d'accentuer davantage encore, l'isolement de notre pays à l'ouest, en rapprochant le centre de l'Europe des bords de la Méditerranée. Ce serait la ruine de Marseille réduite pour lutter contre ses rivales, Constantinople, Trieste, Brindisi, Naples, Gênes, etc., etc. à la seule voie ferrée qui la met en relation avec le nord de la France, avec l'Europe par notre frontière nord-est. — Mais la Providence, si peu prodigue à l'endroit de notre littoral, nous réservait de larges compensations à l'intérieur. Notre sol déjà si riche en productions de toute nature, est sillonné par nombre de cours d'eau, fleuves et rivières, plus ou moins navigables, et qui, améliorés et reliés par des canaux bien entendus, constitueraient le plus admirable réseau de navigation intérieure.

De là, cette tendance incessante de l'esprit public, en France, vers les travaux de grande canalisation, qui naquit avec les premières années du XVIe siècle, et qui prend de nos jours un irrésistible essor. C'est que par le rétablissement de la batellerie, par la résurrection de la navigation fluviale et par canaux, la France revient apporter, jusqu'au cœur de l'Europe, les marchandises débarquées à Marseille, avec un allègement de dépenses, qui lui permet la plus victorieuse concurrence, contre ses rivales, toutes contraintes, quoi qu'elles puissent faire, à grever les marchandises débarquées à Trieste, à Brindisi ou à Gênes, des frais d'un long parcours sur les voies ferrées. Or, déjà en 1863, le *Salut public*, de Lyon, publiait sous la signature Man-Grassis, un article destiné à prouver l'importance future du canal Saint-Louis, dans lequel on lisait les appréciations suivantes :

« On peut affirmer, sans crainte d'erreur, que nos voies navigables » améliorées, et le Rhône mis en communication directe avec la mer, » la moyenne des transports fluviaux ne s'élèverait pas à plus de 2 » centimes par tonne kilométrique, c'est-à-dire qu'elle serait de 60 à » 70 0/0 inférieure à la moyenne des transports par voie ferrée.

» Et si, comme tout le fait prévoir, et comme on le lui demande » de toutes parts, l'État renonce enfin au droit de navigation qui lui » coûte infiniment plus qu'il ne lui rapporte, puisqu'il n'est autre » chose qu'une entrave on ne peut plus nuisible à la production natio- » nale et par conséquent à la richesse publique, en même temps » qu'une prime à l'industrie étrangère, la moyenne de 2 centimes, » que nous venons d'indiquer, s'abaisserait encore notablement, et selon » toute apparence, tomberait à 1 centime et demi par tonne et par » kilomètre.

» A ce prix : à nous le monopole du double transit d'Europe en Asie » et d'Asie en Europe ; à nous l'immense profit qui en découle ! »

Citons ici les paroles éloquentes prononcées par M. Charles Gounelle, délégué de la commission municipale de Marseille, à la commission inter-départementale, réunie à Lyon en mai 1875, pour rechercher les moyens d'améliorer les conditions de navigabilité du Rhône et la communication à établir entre le Rhône et la mer :

« Pour peu que nous nous attardions dans la tâche virile que la » force des choses et un patriotisme éclairé nous imposent, nous serons » bientôt devancés et amoindris, dans cette lutte d'un nouveau genre, » qui emporte le monde et le précipite à la conquête des débouchés. »

Or, comme on le disait fort justement à propos du canal Saint-Louis, alors que ce canal faisait concevoir à ses adhérents les plus brillantes espérances, il ne suffit pas d'améliorer nos cours d'eau et de les relier entre eux par tout un système de canaux, il faut donner au Rhône, notre grande artère fluviale, son libre accès à la mer. Mais, ainsi que le maréchal de Vauban l'a si énergiquement affirmé, la nature se refusant à tolérer l'existence d'un canal à travers les alluvions du Rhône, il faudra bien en revenir au canal projeté il y a trois siècles, décrété par l'empereur Napoléon Ier, achevé sous le gouvernement du roi Louis-Philippe, au canal d'Arles à Bouc.

Par là, nos navires fluviaux pourront se rendre, sans transborder, le long des quais de Marseille, auprès des bâtiments de mer, par le canal de Caronte, et par un dernier canal qui relierait l'étang de Bouc, à la rade et aux ports de la grande cité.

L'étang de Berre remplirait ainsi la double mission, d'être un puissant auxiliaire de la place de Toulon, et le trait d'union entre le commerce maritime et la grande navigation intérieure.

Et, que faut-il pour cela ?

Peu de chose pour nous qui avons vu s'élever la digue de Cherbourg, percer l'isthme de Suez, pour nous qui verrons le canal interocéanique, nous en avons pour garant, l'indomptable énergie de l'illustre M. de Lesseps.

Il faut :

Relier l'étang de Berre à Marseille par un canal à petite section pour les seuls bateaux fluviaux ;

Uniformiser à 10 mètres et au fur et à mesure des besoins, les fonds de l'étang de Berre ;

Donner 120 mètres de large et 10 mètres de fond au canal de Caronte ;

10 mètres au port de Bouc et 12 mètres aux fonds de la passe qui le relie à la mer, en raison de la levée possible ;

Il suffit de vouloir !

M. ÉMILE TRÉLAT

Directeur de l'École spéciale d'architecture, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers

LE FER DANS LES MAINS DE L'ARCHITECTE

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

On a immensément construit à Paris depuis vingt-cinq ans. Tout le monde le sait. L'importance des percements centraux et l'extension que la Ville a prise en reportant ses vieux murs d'enceinte aux remparts fortifiés n'ont pas seulement renouvelé les dispositions des maisons parisiennes. Des matériaux, dont l'architecte ne connaissait pas l'usage, ont rempli ses chantiers et changé ses modes de construction. Je n'ai pas l'intention d'étudier dans son ensemble cette intéressante évolution. Mais je voudrais en retenir un trait curieux et le présenter à la section.

Je crois qu'il n'y a rien d'exagéré à dire que depuis 1855, les architectes ont introduit un milliard de kilogrammes de fer sous forme de planchers dans les 35 ou 40 mille maisons qu'ils ont construit à Paris. Quand on examine d'un peu près les conditions dans lesquelles cette grande quantité de fer fonctionne mécaniquement, on découvre que ses parties fatiguées travaillent sous des charges, qui varient entre 8, 10 et 12 kilog. par millimètre carré. Et, pour mieux préciser, il faut dire que ces coefficients se réduisent rarement à 8 kilog.; qu'ils sont dans la plupart des cas de 10 kilog. et très fréquemment de 11 et plus. N'est-il pas surprenant de rencontrer ces chiffres dans une application aussi générale que celle qui vient d'être signalée; et n'est-on pas porté à y voir une inconséquence dangereuse quand on se rappelle ceux de 6 kilog. à 8 kilog., qui guident les ingénieurs dans leurs pratiques? Il m'a semblé qu'il y avait ici motif à quelque commentaire utile.

On se pose une première question. Comment se fait-il que les architectes, si habitués à ne pas marchander la matière qu'ils introduisent dans leurs œuvres, et quelquefois si légèrement critiqués à cet égard, se soient en cette circonstance montrés plus avares que les ingénieurs?

Les faits répondent clairement. L'architecte n'a d'intérêt à étoffer les organes de ses édifices que dans ce qui se voit. L'harmonie des formes est, en effet, le but ultime de son art; et les formes, qui sont des résultantes de lumière et de matière en contact, n'existent pas et ne peuvent pas exister dans les profondeurs ténébreuses d'un plancher. La pensée architecturale n'avait donc pas de place ici, et l'architecte pouvait sans trahir ses principes, se laisser guider par des considérations aussi impérieuses qu'étrangères à son art. C'est ce qu'il a fait.

En même temps que l'industrie mettait à sa disposition le plus efficace des éléments constitutifs des planchers sous la figure d'un fer à double *té*, Paris se peuplait, les constructions se ramassaient, les étages se superposaient plus nombreux sur des terrains de valeur chaque jour accrue. La maison devenue matière à spéculation courante grandissait ses vides qui font les revenus, aux dépens des pleins qui les épuisent. Diminuer l'épaisseur des planchers pour donner quelques centimètres de plus à la hauteur des étages poussés en nombre, c'était le problème qui s'imposait à l'architecte. Il y donna tous ses efforts. Mais comme le fer, qui diminuait les épaisseurs, était encore coûteux relativement au bois, il fut conduit pour maintenir l'équilibre des prix, à réduire le nombre des pièces de ses planchers, à les écarter beaucoup. C'était juste ce qu'il fallait pour mettre le fer en condition de travailler sous des coefficients excessifs.

La seconde question est celle-ci : « Comment se fait-il que les architectes qui n'avaient ni la connaissance, ni l'expérience des capacités mécaniques du fer, aient osé outrepasser les charges de sécurité, auxquelles les parcimonieuses applications de l'ingénieur soumettent si scrupuleusement ce métal ? »

Il faut observer que ce n'est pas l'architecte qui a construit les planchers en fer de ses maisons. Il s'y est d'abord montré très récalcitrant. Mais les forges lui ont forcé la main. Elles l'ont séduit par trois arguments. Le premier le touchait beaucoup : l'épaisseur du plancher serait moindre avec du fer qu'avec du bois. — Le second ne pouvait le laisser indifférent : le fer n'est pas combustible ; il réduit les chances d'incendies. — Le troisième fut décisif : chaque forge eut son barême adapté aux fers de sa fabrication ; et ce barême, suffisamment étayé sur les expériences des ingénieurs et des savants, permettait de déterminer les échantillons de fer en double *té*, qui convenaient aux différentes portées des planchers, en faisant travailler le fer soit à 6 kilog., soit à 8 kilog., soit à 10 kilog. Ce sont les forges qui, par l'intermédiaire des serruriers parisiens, ont introduit les fers à planchers dans les maisons de la capitale en même temps que les prix du bois forçaient les coefficients de travail du fer à dépasser les chiffres des barêmes et à s'élever, comme je l'ai dit, à 8 kilog., 10 kilog. et 12 kilog.

Ce petit exposé montre comment s'est opérée la substitution du fer au bois dans les planchers de Paris, et explique l'influence économique qui a motivé l'intensité inattendue du travail qu'on a demandé au métal. Mais il n'est pas sans intérêt de distinguer les garanties que des millions de mètres superficiels offrent à la sécurité des Parisiens suspendus les uns au-dessus des autres dans de pareilles conditions.

On remarquera d'abord que les fers à planchers sont généralement

des fers de médiocre qualité. Quelle que soit la bonté du minerai et de son traitement, la figure du double *té* est contraire à la régularité du soudage pendant le passage au laminoir, et les *criques* sont très fréquentes dans ces sortes d'échantillons. D'un autre côté, les chantiers des constructeurs de maisons sont loin d'être contrôlés comme le sont ceux des ingénieurs en ce qui concerne les réceptions du fer. On y laisse pénétrer bien des pièces défectueuses et des solives, trop souvent *gauches*, qui prendront plus tard une mauvaise assiette sur les murs. Aussi, soit que l'on considère la constitution du métal, soit que l'on fasse intervenir le défaut de rectitude des âmes ou des semelles des solives, on exprime ici une opinion vraisemblablement juste, en disant que le fer d'un plancher calculé *sur épure* pour travailler à 10 kilog. ou 11 kilog. par millimètre carré, se trouve en réalité soumis à des efforts qui approchent si près des limites d'élasticité qu'on peut les considérer comme atteintes. Cela est, en effet, le cas pour les fers employés et auxquels on ne peut guère assigner de coefficient de rupture supérieur à 32 kilog. ou 34 kilog.

Cependant, on ne manquera pas d'observer que les planchers en fer de Paris sont des ouvrages qui se sont parfaitement comportés. Les très rares accidents qu'on a pu signaler sont des faits causés par des circonstances tout à fait extrêmes, telles que des chutes de matériaux lourds tombant de très haut pendant la construction sur des solives des étages bas. Ils ne peuvent pas entrer en ligne de compte. On est donc amené à conclure que, dans l'espèce, le mode de construction adopté par les architectes est bien approprié sous le rapport de la sécurité. On le comprend, d'ailleurs, quand on réfléchit à la facile appréciation qu'on peut faire des charges maxima qui pèseront sur les divers planchers d'une habitation ou d'un édifice architectural quelconque. Ces charges exactement définies ne laissent pour ainsi dire place à aucun imprévu, pour peu qu'on y prête attention. C'est la grande différence qui distingue l'emploi du fer dans les planchers et dans les mille ouvrages variés des ingénieurs, où les moindres défigurations dans les parties portantes de l'édifice jointes à des charges exceptionnelles menacent d'accroître dans des proportions considérables le travail d'un ou plusieurs organes.

On peut donc conclure que les planchers des maisons de Paris sont établis dans de bonnes conditions de sécurité. C'est un fait d'autant plus intéressant à noter que la substitution du fer au bois dans les planchers se répand sur toute l'étendue du territoire, et que l'on y proportionne partout le métal suivant les usages parisiens, c'est-à-dire en le soumettant à de très fortes charges. L'application spéciale que je viens d'étudier, montre que nos enseignements fixent trop rigoureusement le champ des ressources mécaniques du fer, et qu'il y a des circonstances,

où l'on peut, sans enfreindre la prudence, faire opportunément travailler le fer jusqu'aux voisinages les plus proches des limites d'élasticité.

Les planchers en fer de Paris peuvent être envisagés à un autre point de vue que celui des résistances. On leur a justement reproché de mal intercepter le son entre les étages, d'être en eux-même très vibrants, et, par là, sonores. Sans entrer dans l'intéressant examen de cette question, je dirai que la tension des fibres d'une solive qui travaille à un fort coefficient, est la condition même de sa sonorité. Aussi réduirait-on considérablement la critique très méritée qu'on adresse aux planchers de fer, en fortifiant leurs dimensions et, surtout, en assemblant solidement entre elles leurs différentes parties. C'est ce qu'on fera un jour. Les soins de plus en plus minutieux qui s'introduisent dans l'établissement de nos habitations et la dépense qu'on y ménage de moins en moins, ne laissent pas de doutes à cet égard.

Je me suis laissé aller à donner à cette note un titre un peu disproportionné. Je n'y ai, en effet, envisagé qu'une des nombreuses utilités que l'architecte tire du fer. Mais il n'y avait réellement pas lieu de sortir de celle que j'ai présentée. Dans les autres applications, où les capacités mécaniques du fer sont en jeu, l'architecte se soumet, comme à un minimum, aux conditions admises par l'ingénieur. C'est la seule chose à en dire. Quant aux ouvrages en fer, qui se distinguent exclusivement par les formes ou la finesse du travail qu'ils exigent, ce n'était pas ici la place de fixer le caractère de l'esprit qui les dirige.

M. A. PIFRE

Ingénieur civil.

SUR L'UTILISATION DE LA CHAUDIÈRE SOLAIRE DANS LES APPAREILS DE M. MOUCHOT.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Pifre remercie l'Association française de l'encouragement qu'elle à donné à l'invention de M. Mouchot. Il en rappelle le principe et montre quelles applications on peut en faire dans les pays chauds. Il est impossible avec une lentille d'obtenir une grande quantité de chaleur. Les réflecteurs seuls permettent d'utiliser les rayons solaires. On peut introduire dans les appareils Mouchot 65 0/0 de la chaleur solaire. Cette chaleur produit en Algérie, entre 7 heures

du matin et midi, 17 calories par mètre carré de surface et par minute. Les chaudières chauffées par ce système peuvent produire par mètre carré de réflecteur $\frac{1}{500}$ de cheval. Les réflecteurs argentés peuvent être remplacés par du fer-blanc sans pour cela augmenter beaucoup leur diamètre. Le rapport du prix de la chaleur obtenue ainsi à la chaleur obtenue au Chili au moyen de la houille est de $\frac{1}{30}$. Ces appareils seront excellents pour élever l'eau dans ces pays chauds où elle est indispensable.

M. Léon FRANCQ

Ingénieur à Paris.

LA LOCOMOTIVE SANS FOYER
SES RÉSULTATS PRATIQUES ; APPLICATIONS DIVERSES DE SON PRINCIPE.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

L'an dernier, au Congrès de Paris, une première communication a été faite sur la *locomotive sans foyer.*

Nous revenons cette année sur cette question, pour communiquer à l'Association française, les résultats pratiques qu'ont fournis les locomotives de ce système, sur une ligne où elles fonctionnent depuis le mois d'avril 1878; puis pour lui indiquer l'emploi qu'on peut faire diversement, dans l'industrie, des principes adoptés pour constituer la locomotive sans foyer.

Dépenses de traction. — Il a été donné, dernièrement, des tableaux de dépenses de traction provenant de l'emploi des *locomotives sans foyer* sur le *tramway à vapeur de Rueil à Marly-le-Roi* (*près Paris*).

Malgré tout le soin avec lequel on s'est attaché à établir ces dépenses, il a été impossible d'obtenir des chiffres absolument exacts. Il y avait en effet, comme dans toutes les entreprises nouvelles, des dépenses extraordinaires qui n'ont disparu qu'avec le temps et l'expérience.

Les comptes d'exploitation du tramway à vapeur sus-dénommé, pour l'exercice 1878, accusent une dépense kilométrique de traction ainsi répartie :

Traction avec les locomotives sans foyer. . . Fr.	0.4909 (1)
Traction avec les locomotives à foyer. . . .	0.6423

(1) Ce chiffre a été ramené à 0 fr. 45 c. à peine en 1879.

Ces prix comprennent les salaires des machinistes, chauffeurs, aides, manœuvres, visiteurs, chargeurs, ouvriers des réparations, la consommation des matières et du combustible, le renouvellement des machines et chaudières, l'éclairage, l'eau, etc., en résumé, tout ce qui touche à la traction; les machines traînent presque toujours quatre voitures; par conséquent, le prix de 0 fr. 49 c. et 0 fr. 63 c. sont plus naturellement applicables à un chemin de fer sur route qu'à un service de tramway.

Les départs ont lieu d'heure en heure seulement entre Rueil et Port-Marly; les trains comprennent la machine et quatre voitures emportant quelquefois 300 voyageurs, soit un poids brut total de 36 tonnes. De Port-Marly à Marly-le-Roi, on remorque deux voitures avec 100 voyageurs environ. Les départs se font toutes les deux heures. Sur cette section, la rampe est continue et les déclivités atteignent souvent $0^m,040$, $0^m,050$ et $0^m,059$ millimètres par mètre.

Ces conditions d'exploitation sont certainement contraires au principe avantageux de la locomotive sans foyer qui exige, pour procurer le maximum d'économie, que les générateurs et le personnel du dépôt soient constamment et utilement en service.

Ce qui ajoute encore aux prix de traction établis ci-dessus, c'est l'emploi, sur chaque machine, d'un chauffeur qui a été imposé inutilement par le cahier des charges de concession, lequel n'avait prévu que l'emploi des machines à feu. Malgré cela, les avantages économiques de la locomotive sans foyer se sont confirmés jusqu'au 31 décembre 1878.

Depuis cette époque, l'exploitation a été dirigée par des administrations différentes. Ce qui n'empêche pas que la traction opérée dans les conditions défavorables indiquées ci-dessus, s'est toujours faite avantageusement.

Pour les tramways des villes, il serait difficile de préciser le prix auquel on pourrait faire la traction des voitures, avec des départs plus nombreux; cependant on peut inférer de ce qui précède, que ce prix serait inférieur à 40 centimes, puisque pour un plus grand nombre de machines, *les dépenses fixes* du personnel, de l'entretien, de la surveillance des générateurs, de la direction, de l'éclairage du dépôt, du personnel des chargeurs et manœuvres, augmenteraient fort peu.

En attendant qu'une application importante nous renseigne exactement à cet égard, une pratique de plus de seize mois nous autorise à penser que l'application d'un grand nombre de machines sur un même point révélerait un prix très avantageux.

L'économie du système résulte, en effet, de la différence des salaires des chauffeurs et aides des générateurs qui sont moins élevés que ceux des chauffeurs nécessaires pour chaque machine à foyer, du prix moins élevé du combustible, d'une meilleure utilisation de celui-ci, et surtout

de la diminution importante des dépenses de réparation et d'usure des chaudières.

Du 15 avril au 31 décembre 1878, la Compagnie d'exploitation a consommé 32,994 kilog. de coke, 394,009 kilog. de houille, 10,036 kilog. de briquettes, d'après l'état statistique fourni au Ministère des travaux publics.

On a tiré de là, la consommation moyenne :

Par journée de travail de machine sans foyer : 1,330 kil. de houille.
— — — avec foyer : 2,244 kil. de coke.

Le coke coûte, y compris le concassage, de 48 à 50 francs la tonne; la houille tout-venant coûte de 28 à 30 francs la tonne.

Les états dressés du 1er janvier au 31 juillet 1879 accusent une consommation de combustible beaucoup moins élevée par les machines sans foyer, malgré les défectuosités d'installation des conduites de vapeur de l'enveloppe calorifuge et des générateurs stationnaires.

Les réparations des machines sans foyer ont coûté la moitié des dépenses qu'ont occasionnées les machines à foyer pour un parcours égal.

Sur cinq machines sans foyer, il y en a toujours trois en marche, une en réserve, toujours prête à partir, et une à l'atelier.

La moyenne des dépenses kilométriques est de : pour le suif, 0 fr. 007 ; pour l'huile, 0 fr. 025 ; pour les chiffons et déchets, 0 fr. 002.

En semaine, le parcours kilométrique exécuté par les machines en marche se fractionne ainsi :

38	trains réguliers entre Rueil et Port-Marly.	Kilom.	277.400
4	— directs — —	—	29.200
20	— réguliers et directs sur la rampe de Marly	—	39.000
62	trains	Kilom.	345.600

Depuis le 8 septembre 1878 seulement, le compte des dépenses d'usure des machines sans foyer a pu être tenu régulièrement jusqu'au 24 août 1879, ces dépenses se sont élevées à 533 fr. 65 ou 0 fr. 013 par kilomètre. Ce chiffre se passe de tout commentaire.

Fonctionnement. — Depuis l'année dernière, le fonctionnement n'a pas cessé d'être satisfaisant.

La statistique des accidents dans l'exploitation (déraillements, retards, etc.), telle qu'elle résulte des rapports quotidiens des chefs de service, établit que les causes d'arrêts sont plus nombreuses avec les machines à feu que par l'emploi des machines sans foyer.

Les causes principales d'irrégularité de marche des machines à feu sont l'engorgement des injecteurs d'alimentation, l'encrassement de la

grille, l'insuffisance de vaporisation de la chaudière quand le train s'engage sur une rampe longue et à forte déclivité.

Les machines sans foyer n'ont donné lieu à aucun accident résultant du système; ni le froid excessif, ni la neige, ni le verglas, ni les brouillards intenses de l'hiver dernier n'ont entravé leur marche (1).

A l'Association britannique pour l'avancement des sciences à Sheffield, et avant cela, au Meeting de l'Institution des ingénieurs mécaniciens de l'Angleterre, qui s'est tenu récemment à Glasgow, l'honorable M. Bergeron a bien voulu faire connaître les résultats obtenus par la machine sans foyer.

L'accueil favorable ne lui a pas fait défaut en Angleterre, où l'on étudie actuellement l'emploi de la locomotive sans foyer pour opérer la traction des trains des chemins de fer souterrains de Londres, pour remplacer le service des chevaux dans les docks de Liverpool et sur les tramways de l'Angleterre, de l'Ecosse et des colonies Britanniques.

A la session d'automne de l'Institution des ingénieurs mécaniciens de l'Angleterre, qui sera tenue à Manchester au mois d'octobre prochain, il sera présenté un mémoire complet concernant la locomotive sans foyer. Ce mémoire provoquera, sans doute, une discussion générale sur les moteurs proposés pour la traction des tramways et des chemins de fer sur routes, dans tous les pays.

Parmi les moteurs, il faut distinguer les machines à air comprimé de Mékarski, à Paris, du colonel Beaumont, à Londres, de Scott Montcrieff, à Glasgow, les machines à foyer de Merryweather, Hughes, Krauss, Brown, de Winterthur, Tilkin, Weyher et Richemond, Apsey, Duroy de Blicquy, Waessen, Mallet, Perkins, etc.; et enfin, les machines sans foyer du Dr Lamme et Léon Francq.

Cette dernière machine, qui se distingue par un principe particulier et nouveau, a eu à lutter, jusqu'à présent, contre bien des préventions et une hostilité bien manifestes. Mais, avec le temps et le concours de la lumière qu'apportent les Sociétés scientifiques comme l'Association française pour l'avancement des sciences, il faut espérer qu'elle finira par triompher des obstacles qu'elle rencontre.

En Autriche, les applications faites en présence de la Lieutenance Impériale-Royale de la Basse-Autriche, sur le tramway de Vienne à Simmering (cimetière central), ont donné de bons résultats. Dans le procès-verbal dressé le 24 mai dernier, la Commission a constaté, notamment, que « la locomotive sans foyer a remorqué 43 voyageurs dans

(1) Pendant le rigoureux hiver de décembre 1879, par — 24° de froid, et vingt-quatre heures après l'envahissement des neiges sur une épaisseur de 0m,80 environ, le système des locomotives sans foyer n'a pas cessé de bien fonctionner.

» une voiture; qu'à l'aller et au retour des arrêts fréquents ont été » faits, et que l'immobilité absolue du train a été obtenue en 4 ou » 5 secondes en moyenne; que le parcours tant à l'aller qu'au » retour, a été effectué à peu près dans le même temps, soit en » 21 minutes pour un parcours de 4,000 mètres environ; qu'au retour, » et pour constater plus exactement les conditions de l'arrêt du train, » on l'a arrêté plusieurs fois, soit en palier, soit en pente; qu'on a » marqué sur la voie à l'aide de signes convenus, le point d'arrêt du » train et qu'on a constaté que celui-ci, du serrage du frein à l'arrêt » complet, n'a pas été poussé de plus de $6^{m},50$ en avant, dans l'un ou » l'autre cas; que ce résultat doit être considéré comme très favorable; » que pendant le trajet l'effarouchement des chevaux qui circulaient » dans la *Reichstrasse*, a été presque imperceptible, ce qui s'explique » facilement par le principe même de la machine qui ne dégage pas de » fumée par la cheminée, ne souffle pas et ne fait presque pas de bruit; » que l'allure de la machine est douce, et enfin qu'il n'y a aucune » espèce d'objection à faire, ni en ce qui concerne la sécurité des per- » sonnes, ni en ce qui concerne la circulation publique, à l'emploi de » la locomotive sans foyer, sur le parcours qui a servi à l'expérience. »

Applications diverses. — En France, depuis l'application faite à Rueil et Marly, l'Administration des ponts et chaussées a encouragé l'invention en essayant de l'appliquer à un bateau toueur qui est destiné au service de la navigation, sur le canal de l'Est, dans la section qui comprend le souterrain de Mauvages.

On doit à l'initiative de MM. Frécot, Hirsch et Holtz inspecteurs et ingénieurs des ponts et chaussées, cette tentative d'approprier, sur un bateau toueur, des réservoirs à eau chaude qui reçoivent la vapeur des générateurs de vapeur ordinaires, quand le bateau fonctionne à ciel ouvert, et qui cèdent aux machines la vapeur qu'ils ont accumulée quand le bateau fonctionne en souterrain. — On espère que cette première application sera couronnée de succès; nous y reviendrons plus tard.

L'application des machines sans foyer est également avantageuse pour faire la traction, dans les pays chauds où il y a des dangers fréquents d'incendie pour les récoltes, les habitations, etc.; pour la traction des chemins de fer souterrains, dans les manufactures, usines, arsenaux, où la présence du feu constitue un inconvénient sérieux.

Des études ont été faites pour des engins spéciaux fondés sur le même système à l'usage des manufactures, voies ferrées, etc.

Détendeur. — Pour terminer, disons un dernier mot du détendeur de vapeur. L'étude de la locomotive sans foyer nous a amenés naturel-

lement à étudier longuement et minutieusement cet appareil et les résultats qu'il fournit.

L'usage du détendeur est parfaitement conforme aux lois nouvelles de la théorie mécanique de la chaleur.

En effet, d'après Zeuner, la chaleur interne de la vapeur d'eau saturée et sèche, à 15 atmosphères est de :

$$573 + (0.234 \times 198^{\circ}8) = 619^{\text{cal.}}89.$$

Supposons qu'on détende cette vapeur à 4 atmosphères, en la faisant passer dans un récipient possédant un volume suffisamment grand; sa chaleur interne deviendra :

$$573 + (0.234 \times 144^{\circ}) = 607^{\text{cal.}}06.$$

Différence. . . . . $12^{\text{cal.}}83.$

Or ces 12 calories 83 ne se perdent pas pendant le passage dans le détendeur, puisqu'il n'y a aucun travail extérieur produit; elles servent à vaporiser les vésicules d'eau entraînées par la vapeur, et s'il reste encore de ces vésicules, celles-ci se vaporisent définitivement en passant au contact de toute la masse d'eau à haute température.

D'ailleurs, de nombreux et longs calculs qui nous ont permis de dresser les tableaux et graphiques communiqués au dernier Congrès démontrent que, dans le détendeur, le rendement d'un kilog. d'eau de 15 atmosphères à une atmosphère 20 se trouve augmenté de 46 kilogrammètres 6.

C'est la fausse interprétation du phénomène de surchauffe de la vapeur qui a induit en erreur M. l'ingénieur en chef Lavoinne, dans le travail qu'il a fait paraître dans *les Annales des Ponts et Chaussées* quand il conclut à une perte de 25 0/0. Cette perte n'a pas lieu en pratique. Il peut être avantageux d'employer utilement la détente dans de grandes limites, avec des machines fixes à condensation, en profitant ainsi des hautes pressions; mais l'utilisation mécanique de la chaleur, malgré cela, n'est pas beaucoup augmentée. — Ce qui paraît avantageux avec des machines fixes devient nuisible lorsqu'il s'agit de la distribution spécialement adoptée pour les locomotives, et quand on introduit dans les cylindres de la vapeur très chargée d'eau pour l'en faire sortir à une pression relativement élevée. C'est ce qui nous fait dire que l'emploi de la vapeur dans de grandes limites de détente ne peut pas être considéré comme rationnel, et qu'en pratique l'admission au tiers de la course est encore l'admission la plus avantageuse.

Dans la locomotive sans foyer la vapeur est sèche; ce qui le prouve, c'est l'aisance et la promptitude avec laquelle les machines sans foyer opèrent leur démarrage, sans qu'il soit besoin de purger les cylindre sur un long parcours.

Les tableaux et graphiques exposés l'année dernière démontrent que le maximum de rendement mécanique de la vapeur se produit lorsque celle-ci est employée entre 3 et 4 atmosphères.

On peut en conclure que pour obtenir le meilleur rendement du calorique cédé par la vapeur d'une chaudière, en travail mécanique effectif, on peut détendre la vapeur pour l'utiliser entre 3 et 4 atmosphères, après l'avoir réchauffée, tout en conservant le moyen de la distribuer avec un degré d'admission d'un tiers de la course du piston.

Il ne faut donc pas regretter l'obligation dans laquelle se trouve la locomotive sans foyer d'employer de la vapeur dans les limites de la plus haute et de la plus basse pression. Si, en pratique, la limite inférieure est fixée à 3 atmosphères, on reste, par l'emploi du détendeur, dans les conditions d'une excellente utilisation du calorique accumulé dans l'eau.

Dans ce cas, il conviendra de calculer les dimensions des organes moteurs, pour qu'à la fin de sa course, la locomotive ait la puissance de traction nécessaire. — Comme avantage précieux, il reste le moyen de faire varier la puissance tractive de la machine, suivant la volonté du machiniste, pour franchir un accident du parcours (courbe ou rampe).

Nous appelons l'attention de MM. les Ingénieurs des chemins de fer sur les avantages qui résulteraient des dispositions qui seraient adoptées sur les locomotives des chemins de fer, à profil variable, et qui auraient pour but d'employer ordinairement de la vapeur détendue et sèche, dans les cylindres, entre 3 et 4 atmosphères. — Il serait peu coûteux de tenter l'expérience, qui fournirait, peut-être bien, des indications nouvelles à l'art, déjà si avancé, de la traction des chemins de fer.

M. BOUVIER

Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Avignon.

LA FONTAINE DE VAUCLUSE.

— Séance du 3 septembre 1879. —

Messieurs,

Avant d'aborder l'étude de la Fontaine de Vaucluse, je me fais un devoir de rendre hommage à la mémoire du poète illustre, qui en avait

fait sa retraite préférée et qui en a immortalisé le séjour par les chants de ses chastes amours.

Après Pétrarque, bien d'autres poètes et écrivains sont venus visiter ce lieu qu'il avait rendu célèbre : Bachaumont, Voltaire, Delille, Roucher, Mmes Deshoulières et Verdier, Arthur Young, Alexandre Dumas, M. Mézières se sont plu, tour à tour, à le décrire sous les formes les plus brillantes et les plus imagées.

Toutes leurs compositions respirent l'enthousiasme, et il est difficile, en effet, d'assister sans admiration au spectacle grandiose qu'offre la Fontaine de Vaucluse lorsque, gonflée par des pluies abondantes, elle se présente dans toute sa majesté.

Détails descriptifs et historiques. — Pour arriver jusqu'à elle, on pénètre, par une issue unique, dans le cirque où elle prend naissance et que dominent, de tous les autres côtés, de hautes falaises calcaires. C'est au fond de ce cirque, au pied d'une barrière verticale de 200 mètres de hauteur, qui ferme la vallée (*vallis clausa*), qu'on voit avec surprise surgir d'un antre profond cette masse liquide dont la fraîcheur, l'abondance et la limpidité contrastent avec l'aridité et la sauvagerie du paysage. Ce flot liquide, dont le volume atteint jusqu'à 120 mètres cubes par seconde, s'élève d'abord avec calme et lenteur du fond de l'abîme ; mais il gagne bientôt le seuil de rocher qui lui sert de déversoir et il trouve alors devant lui un lit pentueux, qui n'offre pas une déclivité moindre de $0^m,15$ par mètre sur près de 200 mètres de longueur, où la nature semble avoir pris plaisir, pour contrarier son mouvement, à semer des blocs énormes, qu'on voit çà et là recouverts d'une mousse noirâtre.

Animée soudainement d'une vitesse vertigineuse, cette eau, tout à l'heure si tranquille, s'irrite des obstacles qu'elle rencontre à chaque pas, elle se brise avec fracas contre les faces et les angles de ces rochers, elle se divise en jets d'écume et de vapeur, et se transforme, tout à coup, en un torrent furieux, auprès duquel le spectateur reste confondu et comme terrifié.

Dans la mousse blanche, qui surnage, la lumière diffuse s'introduit et se décompose, en mettant en évidence la teinte verte qui caractérise cette eau ; le soir les rayons du soleil couchant y pénètrent et font apparaître, çà et là, les couleurs irisées de l'arc-en-ciel. Tout cet ensemble, ce mouvement tumultueux, ce bruit étourdissant, cette écume, ces effets de lumière, produisent un tableau vraiment magique.

Au pied de la cascade la scène change de nouveau ; l'eau redevient calme et tranquille. C'est le cours de la Sorgue qui commence, et l'industrie, impatiente d'utiliser les forces motrices qu'elle renferme, s'empresse de la dériver pour mettre en jeu les artifices de ses usines ; plus

loin, c'est l'agriculture qui la réclame et qui l'emprunte par ses canaux d'irrigations. Elle se divise alors en une multitude de branches, portant partout sur son passage la fertilité et la richesse, jusqu'à ce que, après avoir mis en mouvement plus de 200 usines et avoir irrigué plus de 2,000 hectares, elle vienne se mêler au cours du Rhône, aux environs de Sorgues et d'Avignon.

Lorsque au contraire les pluies ont été rares dans la région, le débit diminue successivement, et dès qu'il descend au-dessous de 22 mètres, le niveau de la source cesse d'atteindre le seuil de son déversoir; la cascade cesse en même temps d'être alimentée, et les eaux, abandonnant bientôt la cavité extérieure, se retirent dans une grotte qui lui fait suite et qui est creusée dans la falaise; si la sécheresse persiste, la baisse continue et on arrive enfin à n'avoir plus devant les yeux qu'une petite nappe liquide, contenue tout entière dans un espèce d'entonnoir, dont le diamètre supérieur et la profondeur ne dépassent guère 10 à 12 mètres. Lorsqu'il en est ainsi, la limpidité de l'eau permet de distinguer nettement tous les contours de cet entonnoir et d'apercevoir dans le fond, à l'Est de la paroi, une sombre ouverture qui forme l'issue de la galerie d'amenée des eaux.

Cette situation extrême ne se produit qu'assez rarement, et à la suite de grandes sécheresses. La constatation la plus ancienne, qui en ait été faite, remonte au 28 mars 1683; elle fut confiée, par le vice-légat Nicolini, à P. Mignard, peintre de la ville d'Avignon, et, d'après le procès-verbal qui en a été dressé, on peut estimer que le niveau de l'eau descendit alors à $19^{m},54$ en contre-bas du seuil du déversoir.

Le 17 janvier 1833, suivant un procès-verbal consigné dans le registre des délibérations du Conseil municipal de Vaucluse, le niveau descendit à un pied et demi plus bas encore, et on put lire, pour la première fois depuis, la date gravée par P. Mignard.

Le 17 novembre 1869, un abaissement encore plus considérable se produisit; le niveau descendit à $1^{m},56$ au-dessous de celui de 1683, soit à $21^{m},10$ en contre-bas du seuil du déversoir. La constatation en fut faite par M. Reboul, géomètre du syndicat du canal de Vaucluse, qui posa un repère à ce niveau et en fit le zéro d'une échelle, ou sorguomètre, destinée à servir de mesure aux hauteurs de la fontaine.

Enfin le 27 mars 1878, le sorguomètre n'ayant accusé qu'une hauteur de $0^{m},56$, on en a profité pour tenter, à l'aide du scaphandre, une exploration de la galerie d'amenée, dont je parlerai tout à l'heure.

En dehors de ces faits exceptionnels, le niveau de la fontaine subit régulièrement chaque année une dépression assez sensible; le spectacle grandiose que j'ai décrit disparaît alors; la cascade est à sec et les sources qui surgissent à son pied alimentent seules la Sorgue. Le débit

est cependant encore considérable : dans les cas les plus extrêmes, comme en 1869, il ne descend pas au-dessous de 5me,500 par seconde et il n'est pas inférieur, en étiage ordinaire, à 8 mètres cubes. Il est donc encore susceptible de rendre aux irrigations et aux usines, qui utilisent les eaux de cette source, de précieux services. Dans son remarquable ouvrage sur *les Irrigations du département de Vaucluse*, M. Barral porte la surface ainsi irriguée à 2,115 hectares et la force nette utilisée par les usines à 1,726 chevaux-vapeur; il estime que l'accroissement de richesse qui en résulte, pour l'heureuse contrée traversée par les diverses branches de la Sorgue, s'élève à la somme annuelle de huit à neuf millions et il en conclut avec raison que la Fontaine de Vaucluse est l'image vivante de la corne d'abondance.

A cela d'ailleurs ne se bornent pas ses bienfaits. Par la limpidité à peu près constante de ses eaux, par l'uniformité et la fraîcheur de leur température, qui se maintient toujours entre 12° et 14°, elle est naturellement très poissonneuse, et les espèces les plus estimées, la truite, l'anguille, l'écrevisse s'y développent à plaisir, en y acquérant une chair exquise. Malheureusement les déjections de plus en plus impures des usines, les procédés de pêche de plus en plus destructeurs, les imperfections même de la législation, qui a été conçue dans un esprit trop général pour tenir compte de la situation exceptionnelle des cours d'eau de cette nature, sont venus mettre obstacle à ce développement; et, depuis quelques années, on peut craindre de voir bientôt tarir cet élément de richesse et de bien-être. Le conseil général de Vaucluse s'est ému de ce danger et l'a signalé à l'Administration, qui se préoccupe aujourd'hui des mesures à adopter pour y porter remède. Elle espère y parvenir par une surveillance plus active et par la création de nombreuses réserves ; mais, sans nier l'utilité de ces moyens, je ne puis m'empêcher de croire qu'ils ne seront qu'un palliatif insuffisant, tant qu'une modification à la législation actuelle ne permettra pas de faire coïncider, sur les cours d'eau soumis, comme la Sorgue, à des conditions de température exceptionnelles, les époques d'interdiction de la pêche avec celles du frai.

Quoi qu'il en soit, il suffit de se rappeler des temps encore peu éloignés pour reconnaître combien la Sorgue est propre à la reproduction du poisson et quelles ressources elle a dû offrir sous ce rapport dans l'antiquité. Cela seul a dû suffire pour faire rechercher son voisinage par les peuplades primitives, qui vivaient des produits de la pêche et de la chasse, et si l'on ajoute à cela la fertilité naturelle de ses rives, la fraîcheur et la limpidité de ses eaux, la magnificence et le mystère de son apparition, on ne peut mettre en doute que, dès les temps les plus reculés, la Fontaine de Vaucluse n'ait été considérée, suivant la

coutume païenne, comme une divinité bienfaisante et qu'elle n'ait eu son temple, ses prêtres et ses adorateurs.

Les vestiges de ce culte ancien ont disparu, dispersés par le temps ; cependant quelques traces en ont subsisté, et le docteur Guérin, dans un ouvrage très intéressant publié en 1804, donne la description de nombreuses figures antiques retrouvées par lui sur les murs de l'église du village de Vaucluse, qu'il suppose avoir été construite avec les débris d'un temple païen.

Plusieurs de ces vestiges se rapportent à l'époque romaine et prouvent que les conquérants des Gaules ne manquèrent pas, à leur tour, d'honorer la divine Fontaine; mais ils ne se bornèrent pas à ce culte platonique : ils étaient trop friands des eaux de source fraîches et limpides, ils attachaient trop d'importance à l'alimentation de leurs villes pour ne pas utiliser, quelque importance qu'eussent les travaux à faire, une source pareille, dont on peut s'étonner que nos nombreuses villes modernes, placées dans son voisinage, n'aient pas cherché à faire la base commune de leurs distributions publiques. Aussi trouve-t-on dans la vallée qu'elle parcourt et à peu de distance de son origine, plusieurs vestiges d'un aqueduc romain important qui, suivant toute probabilité, servait d'adducteur aux eaux destinées à l'alimentation de la ville d'Arles et au service de ses spectacles naumachiques.

Origine de la source. — Pendant longtemps la question de l'origine de ces eaux est restée irrésolue et le poète s'est incliné devant ce mystère :

> Déesse de ces bords, ma timide ignorance
> N'ose lever sur vous des regards indiscrets ;
> Je ne veux point sonder les abîmes secrets
> Où de l'astre du jour vous fuyez la puissance
>
> (Mme VERDIER.)

On l'a attribuée d'abord à l'échappement d'un lac lointain ; la connaissance plus exacte de la physique du globe et les révélations de la géologie n'ont pas tardé à faire abandonner cette hypothèse, incompatible, d'ailleurs, avec les variations incessantes de la source.

L'idée d'une dérivation souterraine de la Durance a eu plus de partisans et pouvait paraître plus plausible. Cette rivière décrivant un grand circuit autour de la fontaine à une distance relativement faible, et son niveau atteignant, dans la partie supérieure de son cours, des altitudes notablement supérieures à celles de la source, la chose ne semble, en effet, présenter rien d'impossible ; il est difficile d'admettre cependant qu'un volume aussi important puisse s'échapper de ce cours d'eau sans qu'on s'aperçoive de sa disparition, et cette objection acquiert une grande gravité lorsque, comme le 8 septembre 1854, le débit de la

Durance descend à 55 mètres cubes par seconde, alors qu'en même temps le volume de la fontaine n'est pas moindre de 12 mètres cubes. Les observations organisées depuis 1874, par les soins de la commission météorologique de Vaucluse, ont fait cesser à cet égard toute incertitude : elles permettent de comparer les hauteurs de la Sorgue, relevées au bassin des Espeluges, avec les hauteurs correspondantes de la Durance, relevées au pont de Pertuis, et de reconnaître que, s'il y a quelquefois entre les deux écoulements des similitudes, que l'influence climatologique commune explique assez naturellement, il y a cependant des discordances très nombreuses et très accentuées qui seraient inexplicables s'il y avait entre eux une certaine dépendance.

La véritable explication du phénomène a été donnée, il y a déjà vingt-cinq ans, par un ancien ingénieur en chef de Vaucluse, M. Bouvier, dont je m'honore d'être le neveu et dont j'ai pris plaisir à continuer les intéressantes recherches. Dans une note sur l'origine des sources, publiée en 1855 dans les *Annales des ponts et chaussées,* il s'est exprimé à ce sujet de la manière suivante :

« Le terrain néocomien, qui circonscrit le mont Ventoux, se continue au sud et à l'est de cette montagne et occupe un espace très considérable, qui s'étend de la fontaine de Vaucluse à Sisteron, c'est-à-dire règne sur 70 kilomètres de longueur et dont la largeur varie entre 26 et 5 kilomètres. C'est là, à mon avis, le bassin de la fontaine de Vaucluse, et j'ai été conduit à l'admettre en reconnaissant qu'on ne trouve ni sources, ni puits, sur toute cette étendue ; que comme pour le Ventoux, les ravins y sont constamment à sec, si ce n'est dans des cas tout à fait exceptionnels ; que les eaux de pluie, alors même qu'elles tombent sur des cônes renversés, sont immédiatement absorbées, et que les quelques villages qui sont bâtis sur cette espèce de désert ne sont alimentés que par des eaux de citerne.

Cela admis, le bassin de la fontaine se trouve naturellement circonscrit par les limites du terrain néocomien et par le ravin très profond de la Nesque, qui le sépare du mont Ventoux; j'ai mesuré très exactement cette surface sur la carte géologique, en traçant des lignes parallèles très rapprochées, et j'ai trouvé qu'elle est de 96,500 hectares. C'est un plateau élevé, où les pluies doivent être plus abondantes que dans la plaine, et, par les mêmes considérations que j'ai développées plus haut, je prendrai $0^{m},85$ pour le chiffre de la hauteur d'eau qui y tombe annuellement. Le volume total est donc de 850,250,000 mètres cubes; en divisant ce chiffre par 31,536,000, nombre de secondes dans l'année, je trouve, pour le débit moyen des sources alimentées par le bassin, 26 mètres cubes, volume qui satisfait évidemment, soit au débit de la fontaine de Vaucluse, soit aux pertes qui peuvent résulter de

l'évaporation ou des écoulements dont il est impossible de tenir compte. »

Les observations de la commission météorologique de Vaucluse ont pleinement confirmé, depuis, cette explication. Elle a installé, en effet, sur le plateau dont il s'agit, plusieurs stations pluviométriques placées à des altitudes différentes et à des distances de plus en plus éloignées de la fontaine. Les indications qui y ont été recueillies, de 1874 à 1878, graphiquement représentées au-dessus des hauteurs correspondantes de la courbe des débits de la source, ont permis de voir avec quelle régularité et avec quelle rapidité les variations de la pluie, à chacune de ces stations, se transmettent à la courbe des débits de la source; un intervalle de 24 heures ou de 48 heures au plus, suivant l'éloignement, suffit à cette transmission qui, sauf un léger ralentissement, dû aux difficultés de la circulation souterraine, s'opère avec la même ponctualité que s'il s'agissait d'un bassin ordinaire et d'un cours d'eau à ciel ouvert.

Il n'est donc pas douteux que ce plateau, où les eaux de pluie s'infiltrent presque instantanément, ne forme le bassin alimentaire de la fontaine, et la seule difficulté est d'en déterminer les limites précises.

Étendue du bassin alimentaire. — On sait que le calcaire néocomien est formé de couches puissantes, placées à la base du terrain crétacé et traversées par des fissures, des crevasses, des conduites en forme de boyaux irréguliers et des cavernes, qui communiquent les unes avec les autres et dont l'allure est indépendante de la stratification. Ces crevasses et cavernes sont connues en quantités innombrables dans toute la bande néocomienne qui s'étend des Alpines jusque dans le Jura Bernois ; ainsi dans les Bouches-du-Rhône, le Gard, Vaucluse, la Drôme, l'Ardèche, les montagnes de Voiron et de la Chartreuse, tout l'ouest de la Savoie, les montagnes de Vaud et de Neufchâtel, elles sont très multipliées et le plus souvent elles recueillent les eaux pluviales pour les rendre sous forme de sources abondantes.

A l'époque éocène, elles ont fréquemment donné passage à des eaux ascensionnelles qui ont amené à la surface du sol des dépôts de fer hydraté, d'argile réfractaire et de sable exploités dans un très grand nombre de localités. Dans Vaucluse, on trouve encore quelques-unes de ces crevasses remplies de fer hydraté à Lagnes, aux environs de Simiane, à Gordes, à l'ouest du mont Ventoux (Baume-du-Chat) ; de plus, les dépôts formés par ces extravasements, désignés sous le nom de terrains sidérolitiques, y occupent de vastes étendues et y forment, sur certains points, comme au nord d'Apt, à Roussillon, à Bedoin et à Mormoiron, de véritables montagnes, et si l'on songe que ces masses

ont été expulsées des crevasses du terrain néocomien voisin, on peut juger de l'immensité des vides souterrains qu'elles y ont laissés.

En consultant la carte géologique de la région (planche II), on voit que ce terrain néocomien s'étend en masse puissante depuis Sisteron à l'est, où il apparaît en pointe, jusqu'à la plaine du Comtat vers laquelle il se dirige en s'élargissant et en s'inclinant. Il repose au nord sur les assises compactes du calcaire oxfordien, puis il est délimité de ce côté par la vallée profonde du Thoulourenc, sur le versant rive gauche de laquelle, à une grande hauteur, apparaissent les assises marneuses, qui forment la couche inférieure du néocomien et dont l'imperméabilité s'oppose à l'écoulement des eaux souterraines. Au sud, le versant rive droite de la Durance, où apparaissent successivement les dépôts tertiaires, les assises compactes de l'oxfordien et les couches marneuses du néocomien inférieur, lui sert de limite. Enfin à l'ouest il est recouvert à son pied des dépôts tertiaires qui vont rejoindre la plaine du Comtat.

Il forme donc un vaste triangle, dirigé de l'est à l'ouest, ayant son sommet à Sisteron, ses côtés sur les versants rive gauche et rive droite du Thoulourenc et de la Durance, sa base sur la ligne supérieure des dépôts tertiaires de la plaine.

Entre ces limites est concentrée une grande et puissante masse néocomienne, fissurée et crevassée dans tous les sens et toute disposée pour recevoir, dans des cavités souterraines immenses, les eaux de pluie qui tombent à sa surface; elle repose sur un fond d'assises marneuses imperméables et elle est bordée de toutes parts de terrains également imperméables ; il est évident dès lors que les eaux de pluie doivent s'y réfugier et s'y emmagasiner jusqu'à ce qu'elles puissent trouver une issue par le point le plus bas de la ceinture qui les enferme. Ce point bas, c'est la fontaine de Vaucluse et on conçoit que dans de pareilles conditions cette fontaine, tout en étant soumise aux variations de la pluie sur la surface du bassin alimentaire, reste toujours largement alimentée et qu'elle conserve toujours sa limpidité.

Qu'on imagine une vaste éponge, pourvue de larges et nombreuses cellules, posée sur un fond imperméable et entourée d'un mastic également imperméable, qui s'élève tout autour d'elle à une grande hauteur et dont l'arête ne s'abaisse que sur un seul point : qu'on suppose ensuite qu'on verse de l'eau d'une manière discontinue sur cette éponge et on aura la représentation de ce qui se passe dans le bassin de la fontaine. Les cellules commencent par s'humecter, puis le fond du bassin se remplit jusqu'au niveau du point bas, ensuite un écoulement constant s'effectue par ce point; il variera sans doute avec la quantité d'eau versée, mais il subsistera pendant longtemps quoique le versement

de l'eau ait cessé et l'introduction d'eaux troubles, s'il n'y a pas excès, n'altèrera pas sa limpidité.

Le néocomien ne règne pas cependant sur tout l'espace triangulaire que je viens de définir : la chaîne de Lure, le mont Ventoux, les monts et les plateaux de Vaucluse, l'ossature du Luberon lui appartiennent, sans doute; la gorge de la Nesque elle-même, quelque profonde qu'elle soit, a été creusée dans sa masse et contrairement à l'opinion de M. Bouvier, qui en faisait la limite nord du bassin alimentaire de la fontaine, son lit presque toujours desséché nous paraît attester que les eaux de ses versants vont se rendre dans la réserve commune. Mais dans la vallée du Coulon, située entre les monts Vaucluse et le Luberon, le néocomien est recouvert de dépôts subséquents : grès vert, déjections sidérolitiques, terrains tertiaires, qui y règnent presque partout et se relèvent à de grandes hauteurs sur les deux versants. Le néocomien n'y apparaît que sur un point, au-dessous d'Apt, dans le fond même de la vallée, aux abords d'un ouvrage romain appelé le pont Julien; il y affecte la forme d'une bande étroite et allongée placée au milieu des terrains sidérolitiques et de grès vert, qui, peu consistants et faciles à enlever par les érosions, ont disparu pour le mettre à découvert. Sa seule présence sur ce point, à une altitude de 160 mètres, notablement supérieure encore à celle de la fontaine, dont le seuil est à $105^{m},55$ et dont les sources les plus basses émergent à la cote 82, me paraît suffire cependant pour démontrer qu'il existe dans toute l'étendue de la vallée et qu'il se continue sans interruption, en dessous des terrains dont je viens de parler, du Ventoux et des monts de Vaucluse à la crête du Luberon; le relèvement de ses couches, en approchant de cette crête, et l'inclinaison de leur stratification inverse de celle du Ventoux me donnent donc lieu de penser que ces deux chaînes ferment les limites sud et nord du bassin alimentaire et que la vallée du Coulon, au moins dans sa partie supérieure, où la présence du grès vert ne met pas obstacle à l'infiltration des eaux, y est comprise, de même que celle de la Nesque.

Cette opinion est conforme à la description de la fontaine de Vaucluse donnée par Élisée Reclus dans sa *Géographie universelle.*

« Quand les pluies, dit-il, ont été fortes sur les plateaux voisins, tout percés d'avens ou abîmes qui laissent pénétrer les eaux dans les fissures sous-rocheuses; quand la Nesque ou le Calavon (le Coulon) qui coulent, l'une au nord, l'autre au sud du massif de calcaires caverneux et désagrégés de Vaucluse, ont gonflé la source par leurs infiltrations souterraines, elle déborde par-dessus le talus de débris et descend du seuil de l'ouverture en cascade. »

C'est d'après cet ensemble de considérations que me paraît devoir

être fixée la ligne terminale du bassin alimentaire de la fontaine. Elle traverse la vallée de la Nesque dans sa partie inférieure et elle sépare, à l'extrémité ouest du Ventoux, une certaine surface du néocomien formant le bassin alimentaire de la source du Grozeau, qui jaillit au-dessus de Malaucène, à une altitude de 440 mètres, avec un débit d'étiage d'environ 200 litres par seconde. Dans la vallée du Coulon, elle remonte de manière à atteindre des niveaux sensiblement supérieurs à celui du seuil de la fontaine de Vaucluse, et elle sépare également, sur l'extrémité ouest du Luberon, une surface d'une certaine étendue, dont les eaux semblent devoir se rendre dans les alluvions de la Durance, sous lesquelles plonge le néocomien aux environs de Cheval-Blanc et de Mérindol.

Ainsi défini, ce bassin sensiblement plus étendu que ne l'a supposé M. Bouvier, occupe une surface totale de 165,000 hectares; comparée à la hauteur moyenne des pluies constatées aux stations dont j'ai parlé, laquelle a été de $0^{m},55$ de 1874 à 1878, et au débit moyen de la fontaine de Vaucluse, lequel a été de 17 mètres cubes pendant la même période, elle fait ressortir un volume d'infiltrations souterraines qui représente les 60 0/0 de la hauteur d'eau tombée. C'est là une proportion rationnelle, qui semble justifier la ligne terminale que j'ai admise. Je ne prétends pas cependant lui attribuer dès à présent un caractère absolument certain; je ne la formule que comme une probabilité, et je laisse à des expériences ultérieures, assez faciles à réaliser, comme on le verra tout à l'heure, le soin de déterminer avec une plus grande précision les limites réelles de ce bassin.

Les avens. — Cette structure particulière du sol intérieur du terrain néocomien, cette excessive perméabilité à laquelle participent les couches supérieures du grès vert, ces cavernes spacieuses qui servent de réceptacle aux eaux de pluies, les facilités que celles-ci éprouvent à s'y rendre et à y circuler, enfin les dislocations qui ont accompagné, à l'époque éocène, l'expulsion de ces masses sidérolitiques qu'on retrouve sur tant de points, ne peuvent manquer d'être accusées à la surface. Aussi est-elle criblée de ces espèces de puits naturels, abîmes souvent insondables, qu'on rencontre dans tous les terrains de cette nature et qu'on désigne, tantôt sous le nom de tindouls, tantôt sous celui d'avens. C'est cette dernière dénomination qui a prévalu ici, et les avens jouent un rôle important dans les histoires et dans les légendes locales. Beaucoup d'entre eux ont des noms connus et sont l'objet de récits plus ou moins authentiques; je me bornerai à citer les plus remarquables :

Celui de Cruis, situé près du village de ce nom, arrondissement de Forcalquier, dont le diamètre supérieur n'est pas moindre de 33 mètres, est de ce nombre. Il passe pour avoir englouti, dans une nuit obscure

et par une tempête, un berger et son troupeau, et la légende ajoute que l'on vit quelque temps après sortir de la fontaine de Vaucluse le bâton du berger. La tradition raconte qu'on y précipitait autrefois les femmes adultères. On lit dans l'*Histoire générale de Provence*, dit M. Pelloux, qu'un prêtre voulut connaître l'intérieur du gouffre et en sonder les profondeurs, mais il fut tellement effrayé par les oiseaux nocturnes et par les spectres qu'une imagination troublée lui fit entrevoir qu'il en devint fou le reste de ses jours. Plus tard, vers la fin du siècle dernier, M. Verdet d'Ongles, muni d'un thermomètre, d'une lanterne, d'une petite poulie, d'une longue corde terminée par une boule de plomb et d'une seconde corde plus forte, put y faire plusieurs fois des observations intéressantes; il descendit jusqu'à 66 mètres, y resta une heure sans que sa lanterne s'éteignît et sans qu'il éprouvât la moindre gêne à respirer, et il constata que le thermomètre qui marquait 22° centigrades à l'orifice, était descendu, au point où il était parvenu, à 8°.

M. Pelloux signale aussi l'aven de Coutelle, à l'ouest de Lardiers, arrondissement de Forcalquier, dans lequel on découvre une grande cavité latérale dont le toit est parsemé de plusieurs groupes de belles stalactites; les pierres qui tombent dans cet abîme s'arrêtent quelquefois au bout de sept secondes, sur un rocher formant saillie, mais bien souvent elles franchissent cet obstacle et, continuant leur chute, elles produisent un bruit que l'on entend encore au bout de douze et même de quatorze secondes, lequel va s'affaiblissant de plus en plus sans que rien indique que la pierre ait cessé de descendre vers les entrailles de la terre.

J'ai chargé moi-même, ces temps derniers, M. le conducteur des ponts et chaussées Vial de faire des recherches sur les avens de la région Vauclusienne et d'opérer des sondages sur un certain nombre d'entre eux ; il a été généralement assez difficile d'obtenir des résultats un peu concluants, à cause de la direction inclinée que prennent ordinairement ces puits naturels et des obstacles que la sonde ne tarde pas à y rencontrer ; trois de ces sondages ont cependant donné des résultats intéressants :

Celui de l'aven du Toumple, qui est situé à un kilomètre et demi au nord-ouest du château de Javon et dont l'ouverture rectangulaire a 1 mètre sur 4 mètres. Sa profondeur a pu être mesurée jusqu'à 95 mètres.

Celui de l'aven du Grand-Gérin, qui est situé dans le voisinage de la Devandoure, dans un ravin aboutissant à la combe Malavard et qui présente la particularité de deux ouvertures jumelles, séparées d'abord par un rocher sur 10 mètres de profondeur, et n'en formant qu'une ensuite. La sonde a pu y descendre aussi jusqu'à 95 mètres.

Enfin celui de l'aven de Jean-Nouveau, qui est situé à 2 kilomètres au sud-ouest de Sault. La sonde y est descendue à 180 mètres. Son orifice a la forme d'un entonnoir, dont le diamètre, d'abord de 10 mètres, n'est plus que de $2^m,50$ à 5 mètres de profondeur.

Détermination des limites du bassin alimentaire. — Le nombre des avens qui apparaissent à la surface du sol est considérable, mais il en existe encore beaucoup qui sont invisibles, soit qu'ils se soient fermés naturellement sous l'action des apports charriés par les eaux de pluies, soit qu'ils aient été bouchés par les habitants, soit, et il doit y en avoir beaucoup dans ce cas, que leurs orifices aient été obstrués ou recouverts, quelquefois sur de grandes hauteurs, par l'espèce de lave sidérolitique qui s'est extravasée par leur canal.

Il arrive parfois que ces derniers, sous l'action lente et répétée des infiltrations pluviales et par l'entraînement, dans les cavités inférieures, de la terre de recouvrement, viennent à se déboucher et à apparaître à la surface. L'un de ces éboulements, survenu aux environs de Saint-Christol, dit Scipion Gras, et provoqué par une pluie violente, a donné lieu, vers la fin du siècle dernier, à un fait très remarquable qui paraît authentique. Peu de temps après la chute de la terre, la fontaine de Vaucluse a pris une teinte ocreuse et elle est restée ainsi colorée pendant plusieurs jours.

Ce fait est une preuve de la relation qui existe entre les avens répandus sur la surface du bassin alimentaire de la fontaine de Vaucluse et les immenses galeries ou cavités qui servent de réceptacle à ses eaux ; il indique le moyen de déterminer avec plus de précision les limites du bassin alimentaire. On peut, en effet, en utilisant le pouvoir colorant de la fluorescine, qui est tel qu'une partie de ce corps peut être reconnue dans 20,000,000 de parties d'eau, renouveler l'expérience suivante faite, sur la proposition de M. Ten Brink, pour reconnaître si les sources de l'Aach, quoique éloignées d'environ 14 kilomètres, sont alimentées par les eaux du Danube :

« Le 9 octobre 1877, à cinq heures du soir, on versa dans le Danube 50 litres environ d'une dissolution de fluorescine; le 12 octobre les observateurs s'assurèrent que les eaux de l'Aach étaient colorées ; il avait fallu 60 heures pour que les eaux colorées traversassent le sol ; la coloration augmenta dans cette journée du matin au soir et fut nettement visible jusqu'au 13 octobre à trois heures du soir. Il ne pouvait y avoir aucun doute et il fut reconnu que l'Aach est alimenté, au moins en partie, par les eaux du Danube (1). »

(1) *Annales des Ponts et Chaussées.* — Chronique d'avril 1878.

On peut aussi recourir à une autre matière colorante ou à une dissolution saline et en verser successivement une quantité suffisante dans les avens situés sur les confins présumés du bassin. L'altération des eaux de la source fera connaître la correspondance de son bassin avec les avens expérimentés et le temps de sa transmission fournira des indications précieuses sur les difficultés du trajet des eaux souterraines et surtout sur l'importance de la masse liquide interposée, obligée de subir une altération générale avant qu'elle puisse être constatée à la source. C'est donc là une expérience intéressante à tenter et à suivre, avec une grande attention, dans toutes ses manifestations.

Configuration souterraine du bassin. — Mais l'étude de la fontaine de Vaucluse ne doit pas se borner à la détermination de l'étendue et des limites de son bassin ; il faut aller plus loin et pénétrer dans l'intérieur du sol pour bien connaître la constitution intime de son régime. C'est surtout là qu'on doit s'attendre à des révélations curieuses et inattendues, à des découvertes utiles et on peut dire que les recherches extérieures dont je viens de parler, quelque intérêt scientifique qu'elles paraissent présenter, ne doivent être considérées que comme le prélude de celles qu'il conviendra de faire dans les entrailles de la terre.

Tout porte à croire, en effet, qu'on doit trouver ici la reproduction des phénomènes merveilleux qu'une nature moins avare de ses secrets a permis de découvrir dans le Karst de l'Istrie et de la Karniole. Là aussi on est dans les terrains crétacés inférieurs et on rencontre, en grande abondance, une argile ferrifère d'un rouge intense, désignée sous le nom de *Terra rosa du Karst*, qui ne me paraît être autre chose que la terre sidérolitique de Vaucluse; les circonstances hydrographiques y sont aussi les mêmes :

« C'est le calcaire, dit le docteur Tietze, qui a donné lieu à la configuration des montagnes et des vallées de la chaîne tout entière. Il détermine aussi la manière dont se recueillent et se distribuent les eaux de pluie. Mais comme ce calcaire compte parmi les roches les plus destructibles et les moins résistantes à l'action des eaux, il devient clair que ces montagnes doivent être traversées par de nombreuses fissures, des trous et des excavations. C'est cet état qui explique aussi pourquoi dans le Karst les eaux atmosphériques ne forment nulle part de réseau de cours d'eau présentant un écoulement régulier. Les pluies sont absorbées immédiatement par le sol ou bien elles se déversent, après un court trajet à la surface, dans les crevasses et les fentes qui existent de tous côtés. A l'intérieur des montagnes, elles se rassemblent dans des cavernes servant de réservoirs, dont beaucoup ont entre eux des communications. »

Parlant des nombreuses excavations souterraines, l'auteur cite ensuite les grottes d'Adelsberg qui ont pu être explorées sur une longueur de 3,000 toises (1) et qui sont traversées, depuis Adelsberg jusqu'à Flanina' par une rivière la Poïka, qui, en revenant au jour près de Flanina' échange son nom contre celui de Unze. Une autre rivière la Rekka présente aussi un cours souterrain. Cette dernière s'infiltre dans le massif calcaire de Saint-Canzian et ne revient au jour que près de son embouchure dans la mer, à Duimo. Son parcours souterrain comporte 5 milles ou 38 kilomètres. Les nombreuses ouvertures qui existent sur la surface du sol présentent souvent une forme plus ou moins verticale. Ce sont des trous, des crevasses et des entonnoirs d'une largeur et d'un diamètre qui varie d'une toise à un quart de lieue d'étendue. A Ternetisch se trouve un gouffre vertical de 570 pieds (180 mètres) de profondeur et près de Bossovitz il existe, dans un affaissement, un trou qui n'a qu'un diamètre de 6 pieds, mais une profondeur de plus de 500 pieds (158 mètres) et dans lequel viennent s'engouffrer toutes les eaux des environs.

L'ensemble des grottes, cavernes et galeries qu'il a été possible d'explorer jusqu'à ce jour n'embrasse pas une longueur moindre de 10,090 toises ou de 18,75 kilomètres; la plus remarquable est la grotte d'Adelsberg dont M. Victor Tissot, dans son ouvrage : *Vienne et la Vie viennoise,* a fait la description suivante :

« La Carniole, dit-il, est le pays des merveilles souterraines. Sous ce sol hérissé de cailloux, de blocs erratiques, il y a des floraisons minérales splendides, des grottes merveilleuses, des cavernes plus belles que celle d'Ali Baba et de ses quarante ministres, des souterrains qui vous conduisent à des palais de fées.

» Les grottes d'Adelsberg dépassent tout ce que l'imagination la plus fantastique peut rêver; les concrétions calcaires, les stalactites et les stalagmites y simulent des arbres, y forment des forêts de cyprès et de palmiers; ici elles tombent en larges draperies aux plis harmonieux, là elles s'élèvent en colonnades, en pilastres, elles se courbent en ogives et en nefs, comme des cathédrales gothiques, et, au milieu de toutes ces lignes capricieuses, on aperçoit de vagues figures d'hommes et d'animaux. On trouve dans ces cavernes des lacs noirs, peuplés de poissons dont les yeux sans nerf optique, sont à l'état rudimentaire, des reptiles informes également aveugles, des chauves-souris et une quantité de mouches, d'arachnides, de crustacés sans yeux; on entend des chutes de cascades et des sources qui murmurent comme des gnomes que votre présence contrarie. Deux fois par an, on accourt de Vienne et de Trieste

(1) Le mille autrichien a une longueur de 7,586 mètres : la toise de 1m,896 : le pied de 0m,316.

pour assister à l'illumination de ces grottes que la superstition populaire peuple d'esprits mystérieux et d'êtres invisibles et surnaturels. »

On est loin cependant d'avoir pu visiter toutes les curiosités souterraines du Karst et le sol des excavations dans lesquelles il a été possible de pénétrer, parsemé de trous et de fentes qui permettent de percevoir clairement le bruissement des eaux qui coulent dans des étages inférieurs, atteste qu'au-dessous des cavernes accessibles, il en existe encore d'autres, plus spacieuses, où d'immenses réservoirs servent de point de départ aux divers cours d'eau qu'on y voit, çà et là, surgir du sein de la terre.

Réservoirs intérieurs. — Ces écoulements souterrains, ces vastes amas d'eau existent indubitablement aussi sous les calcaires arides et crevassés qui forment le bassin alimentaire de la Fontaine de Vaucluse; on peut même, en consultant les débits qui persistent après les plus grandes sécheresses, se rendre compte, par un calcul pour ainsi dire mathématique de l'importance des nappes d'eau qui les alimentent.

Ainsi, le 22 mars 1878, à la suite d'une sécheresse à peu près absolue, qui avait régné depuis le commencement de décembre, le niveau de la fontaine était descendu à la cote $0^{m},56$ de son sorguomètre; dans un sol aussi facile à traverser, toutes les infiltrations avaient certainement disparu et l'alimentation ne se faisait plus qu'au moyen des réserves souterraines; cependant, jusqu'au 28 mars, c'est-à-dire pendant 7 jours consécutifs, le débit s'est uniformément maintenu à $6^{mc},10$ par seconde, tandis que le niveau ne s'est abaissé que de $0^{m},11$; l'écoulement total a donc été de 3,689,280 mètres cubes pour un abaissement de $0^{m},11$ dans les nappes alimentaires, d'où l'on est conduit à conclure que la surface de ces nappes était au moins égale à ce moment à $\frac{3,689,280}{0.11} = 33$ hectares et demi. Tout porte à croire, et l'expérience au scaphandre dont il va être parlé le démontre, que ces nappes ont de grandes profondeurs; on peut juger par là de l'importance des volumes d'eau qui restent enfouis dans le sol sans être utilisés.

Ces nappes sont probablement accumulées dans le voisinage de la source, mais il en existe aussi à des étages plus élevés et j'en ai trouvé la preuve en visitant un travail intéressant récemment exécuté, dans le voisinage de Ferrassières, au pied de la montagne de Lure, à une altitude d'environ 1,000 mètres : là, sur un sol aride, comme le sont tous ceux du bassin alimentaire de la fontaine, un propriétaire (1) a eu

(1) M. Millet, juge au tribunal de Valence.

l'ingénieuse idée de chercher à utiliser les eaux d'une couche aquifère, dont l'existence lui paraissait attestée par la présence constante de l'eau au fond d'un aven, situé dans son domaine; après de laborieux efforts, il est parvenu jusqu'à cette couche par une galerie souterraine et il a mis au jour une source précieuse, dont le débit, en étiage, n'est pas moindre de 2,000 litres par minute.

Ce simple exemple suffit à démontrer l'utilité qu'il y aurait à connaître dans tous ses détails la configuration souterraine du bassin alimentaire de la fontaine, puisque cela pourrait permettre, par l'exécution de travaux semblables, de fertiliser une partie de l'immense contrée deshéritée de ce bassin.

La découverte des vastes réservoirs souterrains dont je n'ai pu que conjecturer l'existence, permettrait d'aller leur emprunter, à l'époque

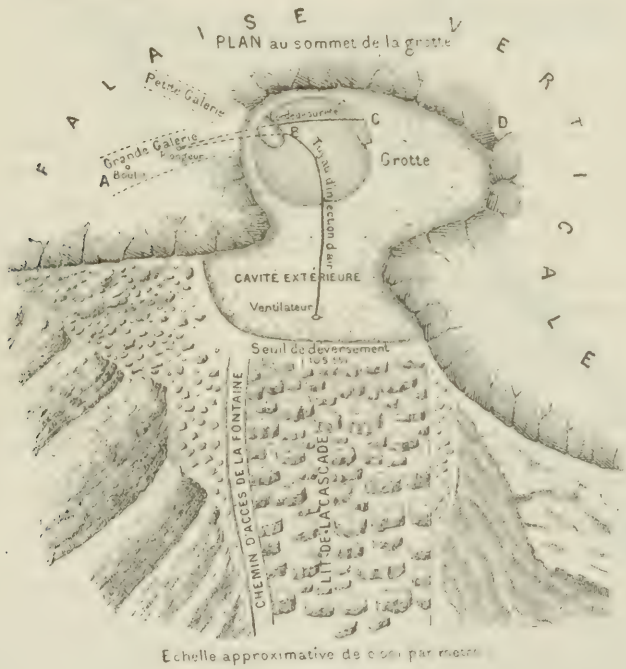


Fig. 38.

des sécheresses, les volumes considérables qui y restent aujourd'hui inutilisés; elle fournirait aussi, sans doute, le moyen de profiter des bassins que la nature y a créés, pour y retenir, par des barrages peu coûteux, des approvisionnements plus importants encore; de pareilles réserves, placées à l'abri de toute évaporation, constitueraient des ressources précieuses pour régulariser le cours de la Sorgue, et, en atténuant la gravité de ses crues, elles permettraient d'accroître dans une

notable proportion l'étendue de ses irrigations, ainsi que la force motrice de ses usines.

Exploration de la galerie d'amenée (fig. 38 et 39). — Toutes les recherches entreprises pour arriver à cette découverte présentent donc un vif

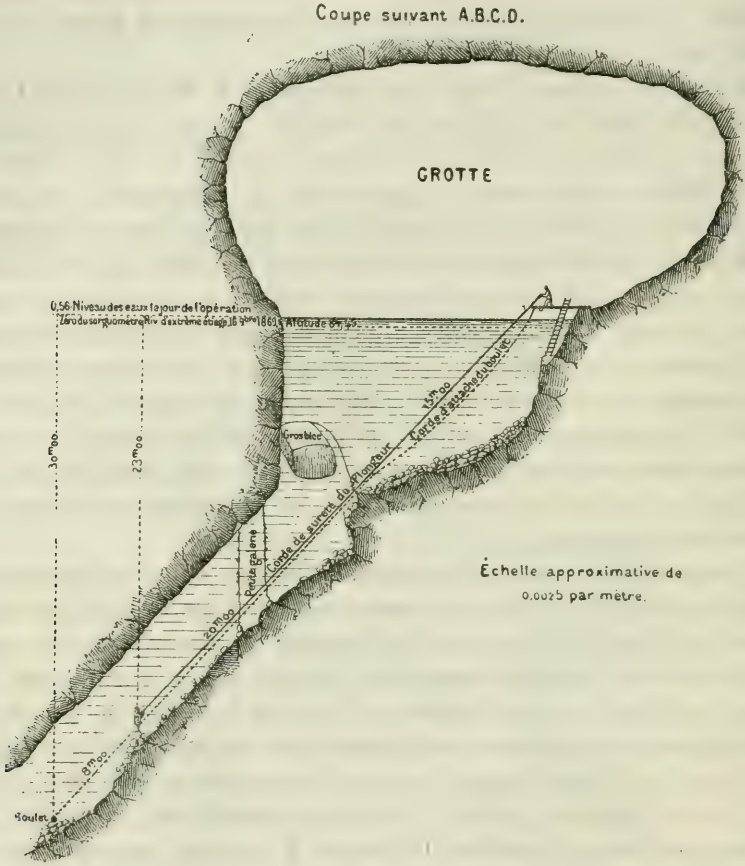


Fig. 39.

intérêt et l'on ne sera pas surpris que, profitant des basses eaux de 1878, j'aie cherché, dans ce but, à renouveler l'expérience inutilement tentée par M. Reboul, en 1869, pour pénétrer dans la galerie d'amenée des eaux. Sur ma proposition, M. le directeur du syndicat du canal de Vaucluse (1) accepta volontiers, au nom de ce syndicat, de se charger des frais de l'opération ; elle fut confiée au sieur Ottonelli, plongeur expérimenté du port de Marseille, et elle commença le 26 mars, en présence de M. le

(1) M. Gabriel Verdet.

préfet de Vaucluse (1), de la plupart des membres du syndicat et d'une foule nombreuse, distribuée sur le plan incliné qui sert d'accès à la grotte.

L'eau était très claire et on distinguait nettement dans le fond, creusée dans la paroi est, l'ouverture de la galerie d'amenée des eaux, en partie masquée par un énorme bloc, légèrement incliné, qui ne laissait de libre, à droite et à gauche, que deux ouvertures en forme de segments circulaires.

Parvenu au pied de ce bloc, à une profondeur de 10 mètres sous l'eau, le plongeur avant de s'engager dans l'une de ces ouvertures, jugea prudent de se débarrasser d'un assez grand nombre de blocs mobiles, réunis dans le fond et dont le peu de fixité pouvait rendre sa descente dangereuse. Il les fit successivement rouler dans la galerie au moyen d'une pince, en les dirigeant vers l'ouverture de droite, qui était plus facilement accessible ; il put, en même temps observer, pour chacun d'eux, le temps du roulement et reconnaître qu'il se terminait toujours par un bruit sourd semblable à celui d'une chute. Ce temps, plusieurs fois constaté, fut uniformément de 78 secondes et il permit déjà d'apprécier, dans une certaine mesure, la profondeur de l'abîme. Le sieur Ottonelli nous donna ensuite les dimensions du bloc, dont la largeur moyenne est de $2^{m},50$, l'épaisseur de $1^{m},70$, la hauteur de 5 mètres et le cube de 21 mètres.

Il reconnut que, placé sur le milieu de l'orifice et un peu incliné de l'ouest à l'est, il avait sa base solidement assise sur le seuil, mais que sa tête ne s'appuyait sur la surface glissante du sommet de la voûte que par un bloc de petite dimension, formant clef. Il nous exprima la pensée qu'il ne serait pas difficile, en enlevant cette clef ou en introduisant quelques cartouches de dynamite dans la masse, de faire sauter ce bloc et de dégager l'orifice, et il nous proposa de le faire. Mais quelque tentante qu'ait pu paraître, au premier abord, cette proposition, je ne crus pas devoir l'accueillir. Il eût été à craindre, en effet, qu'une masse pareille, quoique divisée, venant à s'introduire dans la galerie, n'y créât des obstacles à l'écoulement, susceptibles de nuire à son cours naturel. Il me parut, d'autre part, que ce bloc se trouvait là providentiellement placé, comme une espèce de robinet destiné à rétrécir le conduit et à atténuer l'importance des crues, et qu'à ce point de vue encore, il ne pouvait y avoir que des inconvénients à le faire disparaître : il fut donc respecté.

Le lendemain 27 mars, le plongeur s'engagea résolument dans la

(1) M. Spuller.

galerie, par l'ouverture de droite, et, lorsqu'il disparut aux regards, lorsque pendant un intervalle de vingt minutes, sa présence dans le sombre abîme, où nul être humain avant lui n'avait encore pénétré, ne fut plus accusée que par les dégagements de l'air venant sortir par le sommet de l'orifice, les spectateurs ne purent, tout d'abord, se défendre d'un certain sentiment d'anxiété. Il renouvela plusieurs fois cette expérience et il arriva ainsi à nous fournir les indications nécessaires pour dresser le croquis ci-joint (fig. 39), qui représente le profil approximatif de cette galerie.

Une obscurité de plus en plus profonde et la crainte de rencontrer une chute dangereuse, l'empêchèrent d'aller plus loin, il s'arrêta donc à une distance de 20 mètres de l'orifice, sous une profondeur d'eau de 23 mètres ; mais un boulet lancé par lui et retenu par une corde dont une des extrémités était entre nos mains, nous permit de reconnaître le fond et de l'évaluer à 30 mètres au-dessous du plan de l'eau. Une exploration nouvelle, exécutée avec une lanterne facilement portative, lorsqu'une autre circonstance favorable viendra à se présenter, fournira le moyen de pousser plus avant ce genre d'investigation et d'évaluer avec plus de précision la profondeur de la nappe souterraine voisine, mais le résultat précédent fournit déjà à cet égard une indication importante ; il permet, en effet, en considérant la hauteur de 30 mètres comme une moyenne et en l'appliquant à la surface précédemment trouvée de 33 hectares et demi, d'évaluer le volume intérieur, actuellement inutilisé et susceptible d'être employé à régulariser les débits de la fontaine, à près de dix millions de mètres cubes.

Conclusion. — Ainsi, soit qu'on cherche à expliquer scientifiquement un des faits naturels les plus remarquables de la France, soit qu'on veuille mettre à découvert des merveilles enfouies dans le sein de la terre, soit enfin qu'on se préoccupe de répandre la fertilité dans des régions arides ou d'accroître la richesse d'une contrée plus heureusement partagée, les recherches relatives à la détermination du régime interne de la fontaine de Vaucluse présentent un haut intérêt :

Une exploration plus attentive des avens, quelques expériences avec une matière colorante ou une dissolution saline convenablement choisies, enfin le renouvellement, avec des moyens plus complets, de l'opération effectuée en 1878 dans la galerie de la source elle-même, pourront déjà donner de nouvelles et utiles indications à ce sujet. Mais cela ne saurait suffire, et pour parvenir au but, il faudra donner à ces recherches un caractère plus important : il faudra entreprendre sur certains points favorables, comme dans le lit du Coulon aux abords du pont Julien, ou dans celui de la Nesque, aux environs de Monieux, des

sondages profonds, destinés à faire connaître la nature des couches successives traversées jusqu'à la rencontre des marnes néocomiennes et à accuser la présence des cavités ou des nappes souterraines qui peuvent y exister. Il faudrait aussi exécuter, sur d'autres points, notamment dans le voisinage de la fontaine, des galeries horizontales ou inclinées de manière à aller rencontrer les conduits et les excavations qui servent de réceptacle aux eaux. La commission météorologique de Vaucluse semble naturellement appelée à se charger de ces recherches et de ces travaux, mais quoique les dépenses qu'ils exigent n'aient pas une bien grande importance, elles sont cependant supérieures aux faibles ressources dont cette commission dispose et auxquelles elle doit d'ailleurs donner une autre destination : elle ne pourrait donc les entreprendre que si des allocations spéciales lui étaient accordées pour cet objet ou si les souscriptions généreuses de quelques amis de la science lui en fournissaient les moyens.

En attendant, il m'a paru intéressant d'exposer l'état actuel de la question et de faire ressortir les conséquences probables qu'on est en droit de déduire des faits déjà connus : il m'a paru surtout important, messieurs, de signaler à votre attention l'utilité de pousser plus avant l'investigation dont l'origine de la fontaine de Vaucluse a déjà été l'objet, afin de mettre au jour tous les mystères qui l'environnent encore.

Je m'estimerai heureux si j'ai pu vous faire partager ma conviction à cet égard et j'espère, s'il en est ainsi, que vous voudrez bien encourager d'un vœu favorable les recherches dont il s'agit.

M. P. VIAL

Capitaine de frégate en retraite,
Agent général de la Compagnie Transatlantique au Havre.

ÉTUDES EXPÉRIMENTALES SUR LA FORMATION DES VENTS ET SUR LES ONDULATIONS DE LA MER

(EXTRAIT)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

A chaque nouvelle traversée, les marins les plus expérimentés constatent de nouveaux faits, des phénomènes qui avaient échappé à leurs observations antérieures.

Des hommes instruits et expérimentés comme Lartigue, Maury, Keller, l'amiral Bourgeois, le commandant Ansart ont exploré tour à tour le champ

inépuisable des hypothèses afin d'arriver à formuler les lois qui régissent les mouvements de l'air et de l'onde. Ils n'ont pu encore nous donner des explications complétement satisfaisantes du spectacle infiniment varié qui s'offre aux regards du navigateur.

Nous devons donc rechercher avec persistance les éléments de l'un des plus importants problèmes qui intéressent la navigation et les mettre à la disposition de la science afin qu'elle puisse en retour nous fournir les moyens de lutter contre le vent et la mer.

I. — DU VENT.

Les anciens marins se préoccupaient surtout des variations, de la force et de la direction du vent qui était le principal moteur de leurs navires. L'influence directe des courants atmosphériques sur la surface des mers, sur la formation des vagues, faisait de cette étude le point de départ des connaissances du manœuvrier.

Pour l'observateur isolé sur un navire, les principales et les plus sûres indications concernant la formation des vents et leurs variations étaient données par les formes et les mouvements des nuages, voiles immenses abandonnés à des hauteurs différentes, tantôt agglomérés en masses épaisses par les temps de calme et de petites brises variables qui précèdent les orages, tantôt déchirés et éparpillés par les chocs violents des ondes aériennes.

D'autres fois, lorsque la brise est régulière et soutenue, les nuages sont entraînés par petits flocons ou par bandes légères à mesure que les vapeurs dont ils sont formés s'élèvent de la surface des eaux.

Dans chaque région, des symptômes particuliers indiquent aux pilotes, quelquefois plusieurs jours d'avance, les vents qui doivent régner.

On est d'accord aujourd'hui sur la plupart des causes qui provoquent les mouvements généraux de l'atmosphère et qui ont pour conséquence l'épuration de l'air et le maintien d'un certain équilibre entre les diverses températures de la surface du globe.

L'air échauffé des régions équatoriales se dilate et s'élève. Il est remplacé par des couches plus froides qui descendent du pôle vers lequel il est entraîné après avoir abandonné, en s'éloignant de la terre, une partie du calorique par lequel il avait été influencé d'abord.

Ce double courant de l'équateur vers le pôle et du pôle vers l'équateur, subit plusieurs dérivations dont la plus importante est causée par sa combinaison avec le mouvement diurne de la terre qui, tournant sur elle-même en vingt-quatre heures, de l'ouest à l'est, imprime à l'air dans la zone des vents alizés une vitesse constante de l'est à l'ouest. La direction générale de ces courants atmosphériques est à peu près le nord-est dans l'hémisphère nord et le sud-est dans l'hémisphère sud.

Mais dès que l'une des forces créatrices de ces mouvements a diminué d'intensité, dès qu'un ou plusieurs obstacles se présentent ou agissent en sens différents, des réactions ou des changements se produisent et donnent des zones de calme, des vents variables et des vents de la partie de l'ouest.

Entre ces régions sont des espaces intermédiaires où les vents de directions

opposées se heurtent ou se combinent pour créer des tourbillons, des trombes et des cyclones.

Tenons compte des changements de température à la surface des eaux et à la surface du sol suivant les saisons, mentionnons les déviations résultant du voisinage des côtes, des terres, des montagnes, de l'action des marées, de celle des courants, de l'attraction des astres, de la rencontre sous certains angles des nuages qui, tantôt sont très denses et opposent une véritable barrière à la brise, la faisant dévier ou l'arrêtant jusqu'à ce qu'elle broie et disperse les nuées, tantôt sont légers, se confondent avec l'atmosphère, sont pénétrés par le vent, marchent avec lui jusqu'à ce qu'ils aient été modifiés en route par la chaleur, le froid ou de nouvelles rencontres.

Pour bien se figurer les effets, la nature et le régime du vent, on peut le comparer à l'eau d'un ruisseau dont tous les filets sont animés de vitesses différentes dans des directions diverses généralement très rapprochées, mais quelquefois diamétralement opposées et affectant une forme circulaire, selon les sinuosités du lit de la rivière, selon les formes et les résistances des obstacles apparents ou cachés, fixes ou flottants auxquels vont se heurter les molécules liquides.

Le vent agit de même, soit au large, soit à terre.

Il est composé d'un faisceau de filets à peu près parallèles animés de vitesses très irrégulières, et les causes de ces irrégularités ne sont pas toujours apparentes.

Dans un parc, au milieu d'une immense pelouse unie, des arbres puissants auront été déracinés, tordus ou brisés par la tempête alors que des arbres plus frêles auront été respectés à quelques pas d'eux. Dans une prairie, on voit l'herbe se courber et se relever en lignes ondulées et capricieuses sous les variations infinies de la brise.

A la mer, une risée subite que rien n'aura annoncée à l'officier de quart passera brusquement à travers la mâture, défonçant une voile ou brisant un espars si la voilure n'a pas été sagement réglée en prévision de ces écarts capricieux du moteur.

On le voit encore mieux lorsque, par un temps calme, on attend, les voiles pendantes le long des mâts, une brise qui vient de l'horizon.

Des souffles inégaux la précèdent et font frissonner l'eau par petites places, les voiles la reçoivent l'une après l'autre, retombent et se gonflent de nouveau. Une zone de vent est parfois bien établie alors que parallèlement règnent des lignes de calme.

Généralement on n'observe que les variations de direction du vent dans le plan horizontal; ce sont les plus grandes et les plus brusques. — Au commencement et à la fin des coups de vents, on voit souvent à terre les girouettes osciller sans aucun repos de 15° à 40°, donnant ainsi les directions instantanées des filets aériens qui viennent les heurter.

A la mer, les pennons et les flammes des navires donnent des indications moins précises. Mais l'œil exercé du marin constate les variations avec une précision suffisante d'après les rides qui se produisent à la surface de l'eau et d'après les faséiements des voiles.

Il se manifeste forcément aussi des irrégularités de direction de la brise dans le plan vertical.

Elles sont atténuées par l'influence immédiate de la surface des eaux qui tend à les rectifier horizontalement. Cependant on a vu assez fréquemment des mâts ou des arbres tordus ou arrachés par un puissant effort du vent ayant une composante verticale, et on conçoit aisément que la rencontre de nuages, de terres ou de fortes lames modifient de haut en bas ou de bas en haut la course horizontale d'un fluide.

C'est par les effets du vent sur la surface des eaux que l'on peut le mieux constater les variations des directions horizontales et verticales de chacun des filets ou courants d'air qui composent le courant général.

On peut conclure de toutes les observations que nous avons faites que l'air est continuellement agité par des courants très divergents qui sont ramenés à certaines directions générales par des influences dont la plupart sont bien connues; par des changements brusques de la température, par le mouvement de la terre, par les attractions des différents corps, par la rencontre d'obstacles divers résistants ou mobiles dans les tourbillons aériens.

A la surface de la mer, ces courants sont constamment ramenés à l'horizontalité par la proximité du plan horizontal des eaux.

A la surface des terres, les vents prennent des directions parallèles aux principales lignes du sol et subissent, de ce fait, d'énormes variations en force et en direction.

J'ai vu dans le golfe de Bahia-Nueva, en Patagonie, le vent suivre avec une violence redoublée la déclivité d'une côte régulièrement inclinée vers le Nord, frapper sous un angle de 45° environ la surface de l'eau, à une distance de 100 mètres de la terre, et enlever sur une ligne parallèle à la côte une crête de lames assez épaisse qui se divisait en poussière fine à la hauteur de notre grand'hune.

J'ai revu quelquefois le même phénomène dans des circonstances analogues, mais jamais sur une aussi grande étendue. Une lame d'eau très mince s'élevait en écumant en face du rivage sur une très grande longueur et elle s'éparpillait par le sommet lorsqu'elle était parvenue à une hauteur de 12 mètres environ.

Les influences de la température du sol sur les courants aériens ont été observées de tout temps.

Nos pêcheurs et nos pilotes attribuent les coups de vents que nous avons à la fin de la canicule, à la coupe des blés qui dépouille brusquement une partie de la terre de son abri et la livre à des changements rapides de température.

La grande irrégularité des vents, surtout dans la région que nous habitons, a été admise à toutes les époques.

Des coups de vent dévastent des campagnes où, de mémoire d'homme, des tempêtes soufflant avec la même violence et dans la même direction n'avaient pas été constatées. En 1860, à Aden, après plusieurs années de sécheresse, un violent orage couvre la ville et les campagnes d'une pluie diluvienne qui détruit les toits des maisons et les parcs à charbon établis sur le port.

Dans d'autres pays, les brises sont très régulières, et alors qu'elles soufflent doucement dans les plaines, elles s'engouffrent dans les vallées profondes et se déchaînent avec furie dans les défilés étroits.

On peut affirmer néanmoins que toutes les irrégularités du vent ont des causes matérielles plus ou moins appréciables, et qu'un marin expérimenté et attentif doit toujours les prévoir dans une certaine mesure.

II. — DES VAGUES.

Les vagues sont formées à la surface de la mer par le vent dont elles reproduisent et répercutent fidèlement tous les efforts.

L'eau est un miroir mobile sur lequel il faut lire rapidement l'impression instantanée des filets aériens ; car elle se modifie et disparaît bien vite.

Tous les observateurs ont remarqué la série d'empreintes rapprochées, juxtaposées, à peu près parallèles dans leurs lignes et semblables à une carapace d'écailles que le vent fait apparaître en effleurant les eaux.

Quelle que soit l'origine de la brise, si elle avait une direction horizontale rigoureuse, elle aurait peu d'influence sur l'élément liquide, et les ondulations résultant de son passage ne seraient point à redouter pour les marins. Dans certaines circonstances, sa composante verticale est très faible, presque nulle.

Ainsi, quelquefois, les vents alizés ou d'autres vents réguliers, dont les vitesses ne sont pas modifiées par des vapeurs ou par des courants aériens contraires ou moins rapides, acquièrent graduellement une grande vitesse et impriment aux navires des sillages de 10 à 12 nœuds sans que la mer ait grossi.

Cet intéressant phénomène a lieu fréquemment lorsque les vents alizés augmentent de force à mesure que le soleil s'élève. La chaleur augmente alors régulièrement à la surface des eaux, et les vapeurs qui s'élèvent graduellement de la mer montent lentement dans l'espace, laissant ainsi un champ libre et régulier à l'expansion normale de la brise.

Il n'en est pas ainsi généralement, surtout dans la zone des vents variables. Lorsqu'il fait calme, alors que la mer est unie comme un miroir, ce que les Provençaux appellent une mer d'huile, les marins assistent parfois à l'arrivée de la brise et à la formation des vagues.

Les premiers souffles du vent traversent d'abord les régions élevées de l'espace, emportant les nuages en flocons légers, puis en tourbillons. L'eau reste immobile et s'assombrit si les nuages, trop épais, résistent à cette première impulsion et s'agglomèrent en formant un voile au-dessus de l'horizon.

Puis la partie inférieure de la colonne d'air se rapproche, quelques risées et quelques filets aériens, divergeant de la masse, agitent les voiles et rident, sur quelques points, la surface de l'eau.

Enfin le vent frappe la mer qui subit, sur une grande étendue, une série de chocs à peu près parallèles et obliques par rapport à l'horizon, ayant tous une composante horizontale et une composante verticale très variables toutes les deux et influencées par une foule d'actions diverses.

Les composantes verticales, souvent aussi fortes que les autres, provoquent les ondulations et en accélèrent le développement. Les composantes

horizontales les propagent et leur impriment un mouvement de translation qui est quelquefois très rapide. Citons les chiffres qui ont été donnés dans *la Revue maritime* d'avril 1879, par M. Antoine, ingénieur de la marine. Il indique, pour la hauteur la plus grande des lames, 10 mètres 2 dixièmes, pour leur longueur, de crête en crête, 211 mètres, et pour leur vitesse 18 mètres par seconde, soit, en chiffres ronds, 64,000 mètres ou 36 nœuds à l'heure. En passant le cap Horn, en 1874, nous avions vu des lames de 14 à 15 mètres de hauteur environ, de 120 mètres de longueur, animées d'une vitesse de 29 milles à l'heure. Nos observations nous paraissent devoir être exactes à un dixième près.

Une remarque a été faite par tous les navigateurs. Les lames qui se succèdent par un mouvement continu ne sont pas animées d'un mouvement régulier, elles n'ont pas les mêmes formes ni les mêmes dimensions. A de très petites distances, la même ondulation atteint des hauteurs très différentes, variant du tiers quelquefois, de 8 à 12 mètres, et lui donnant une arête dentelée.

Pendant plusieurs heures de suite, on voit jusqu'à l'horizon des crêtes élevées briser à droite ou à gauche du navire sans qu'il soit atteint comme si la lame avait heurté des roches isolées.

Ces surélévations de la lame dues à des filets aériens plus rapides touchent parfois le bâtiment, et déferlent alors sur sa coque avec une force considérable, égale au poids de la masse d'eau qui s'écroule.

Dans certaines circonstances, on voit sur l'horizon, sur une surface ayant trois ou quatre milles de rayon, c'est-à-dire sept kilomètres, dix ou douze grandes crêtes seulement. Tout le reste de cette grande surface de 3,000,000 mètres carrés est couvert par des ondulations beaucoup moindres qui se suivent comme les sillons d'un champ fraîchement labouré.

A d'autres moments, le vent souffle sur tous les points de l'horizon avec une vitesse à peu près uniforme, on est au centre d'une onde bouillonnante dont les crêtes brisent continuellement à la même hauteur approximative.

Les variations de la brise dans le sens horizontal engendrent en outre des ondes transversales qui coupent la houle principale et se combinent avec elle.

Aujourd'hui que les navires sont plus solides et sont mus par la vapeur, les marins étudient surtout l'action que les lames peuvent exercer sur leurs bâtiments.

Il est reconnu que les vagues qui sont une ondulation ou un gonflement de la surface des eaux n'exercent aucune action importante sur les corps flottants, malgré leur propagation rapide dans le sens horizontal.

Mais elles peuvent les compromettre en déferlant sur leur pont ou sur leurs parties les moins solides.

Un marin, et surtout un constructeur, ne saurait trop se préoccuper de la nature de cet effort et de rechercher l'inclinaison sous laquelle il s'exerce.

Généralement une lame déferle lorsque, sur une ondulation première est venue se dresser une seconde vague soulevée par une rafale, laquelle diverge fréquemment de la direction générale du vent.

C'est dans ces circonstances que, sur un horizon où les lames ordinaires ne dépassent pas 8 mètres, quelques sommets blanchis d'écume apparaissent de loin en loin et s'effondrent immédiatement, n'ayant pas une base proportionnée à leur hauteur qui va quelquefois jusqu'à 12 mètres environ.

La partie supérieure de ces lames irrégulières, n'étant pas soutenue par le pied et recevant tout l'effort du vent, s'affaisse sous le poids de sa masse. Elle glisse sur le revers de la vague sous un angle qui varie de 30° à 50°, lequel augmente à mesure que ce volume d'eau se rapproche de sa base.

Lorsqu'une lame déferle sur un navire, accident qui ne peut pas toujours être prévu, une masse de 10 à 12 tonnes d'eau tombe quelquefois d'une hauteur de 2, 4 ou 6 mètres et balaie tout sur son passage, brisant les claire-voies, les roufs, les pavois et les embarcations.

Il est rare que ce choc, très oblique par rapport aux murailles des navires, puisse les ébranler.

Sur les paquebots en fer, on entend le choc des lames sur la partie centrale comme une véritable détonation. Il frappe presque normalement ce point où il y a un peu de rentrée.

L'emploi des navires à spardeck, qui tend à se généraliser, l'adoption des avants très fins et des murailles droites ou évasées permettent de présenter à ces cataractes dangereuses des surfaces obliques et d'en braver l'effort, qui suffisait jadis pour submerger de grands vaisseaux.

L'existence de ces lames désordonnées qui surgissent isolément au sein d'une mer agitée concorde parfaitement avec les théories admises.

Elles sont soulevées par un effort du vent, et leur hauteur augmente encore lorsqu'elles se heurtent aux vagues précédentes, qui sont moins rapides.

Mais l'action la plus considérable et la plus dangereuse des vagues, c'est le soulèvement rapide, vertigineux, de la surface de la mer, qui s'élève quelquefois de plus de dix mètres en quelques secondes.

On se rend compte de la force d'impulsion de cette masse d'eau qui s'élève de près d'un mètre par seconde lorsque, sur un navire dont la voûte est inclinée, on est au mouillage retenu en travers à la lame par les courants. Des chocs effrayants frappent sans relâche sous le tableau à chaque vague qui se forme et secouent tout l'arrière.

Mais ce ne sont pas ces chocs qui sont à redouter, ce sont les inclinaisons plus ou moins brusques, plus ou moins calculées, imprimées à la coque par les poussées verticales que reçoivent successivement toutes les parties de la carène.

Si ces poussées résultaient du passage de lames à peu près identiques, elles ne seraient dangereuses que dans le cas de synchronisme dans la durée des oscillations du navire avec celles des ondes, le remède indiqué déjà serait d'une application facile ; un changement de route ferait disparaître cette condition défavorable.

Mais le péril résulte surtout de l'existence incontestable de ces lames irrégulières dont nous avons parlé et qui s'élèvent isolément au milieu des ondulations ordinaires, surtout vers la fin des coups de vent, alors que la brise commence à mollir.

Ainsi j'ai vu en janvier 1874, au cap Horn, à la suite d'oscillations totales variant de 50° à 60°, un coup de roulis sur un seul bord atteindre 45°. — J'ai fréquemment observé dans mes voyages des faits semblables, des coups de roulis brusques, exagérés, dépassant de beaucoup les inclinaisons précédentes et ne pouvant être attribués à une accélération de mouvement.

Pour prévenir le danger de cette brusque inclinaison, il faudrait conserver aux navires une grande stabilité de formes en les élargissant dans leur partie centrale et en supprimant la rentrée qui existe en ce point sur un grand nombre d'entre eux.

Ajoutons que ces grands coups de roulis sont rarement isolés, il y en a deux ou trois de suite à peu près semblables, parce que la formation d'une lame exceptionnellement forte entraîne des ondulations immédiatement voisines.

Sans entrer dans des développements trop étendus, j'indiquerai à grands traits le mouvement de formation des vagues tel que je le conçois, et son action sur les bâtiments.

La partie supérieure de la mer n'ayant, sous l'effort de la brise, aucun mouvement de translation horizontale bien sensible, reçoit et transmet à mesure que l'ondulation se propage, une impulsion verticale puissante et rapide qui paraît la soulever par tranches verticales parallèles à la direction de la crête de la vague.

Sans rechercher à quelle profondeur extrême cette force est ressentie, nous pouvons affirmer que, si la densité de la masse liquide restait partout la même, la force qui la soulève serait égale à celle qui peut enlever avec la vitesse de l'ondulation, qui est fréquemment de 1 mètre à la seconde, une tranche d'eau aussi épaisse que la hauteur de la lame. Lorsque cet effort se produit sous toute la carène d'un navire, il l'enlève au sommet de la lame avec une puissance égale à son déplacement multiplié par la vitesse d'ascension des molécules liquides.

Mais si le navire est d'abord atteint par l'ondulation à l'une de ces extrémités, l'effort agit d'abord sur cette extrémité, puis se propage jusqu'à l'autre, agissant sur un bras de levier, qui se déplace et change de côté très rapidement, selon la vitesse de propagation de la vague.

Ce sont ces poussées successives qui occasionnent le roulis et le tangage.

Ces mouvements qui tendent à ralentir la vitesse ont peu d'autres inconvénients lorsqu'ils sont modérés. Ils ne sont dangereux, le roulis surtout, que lorsqu'ils sont exagérés.

Les grands roulis se produisent surtout vent de travers et vent arrière. Bien que dans la première position et sous les allures qui s'en rapprochent, l'aggravation du roulis puisse résulter fréquemment de la coïncidence entre la durée de l'oscillation de la lame et la durée de l'oscillation du bâtiment, je pense aussi que fréquemment elle est due à de grandes irrégularités lorsque la mer est très-forte. Pour prévenir ce danger, le constructeur doit donner une grande stabilité de formes au bâtiment, et le marin doit veiller attentivement pour changer par une vive embardée les conditions d'équilibre du navire si cet équilibre lui paraissait compromis.

Vent arrière, par gros temps, les grands roulis sont accidentels et peu réguliers. Ils sont dus aussi à des irrégularités des lames. On roule beaucoup vent arrière à cause des formes dentelées et inégales des vagues. Ces dentelures ou brisures du sommet de la lame sont peu écartées, et un navire large roule proportionnellement beaucoup moins sous cette allure qu'un navire plus étroit.

On a fait beaucoup d'hypothèses au sujet du mouvement des molécules liquides dans les ondulations de la mer.

Je ne chercherai point à résoudre le problème scientifiquement, je me bornerai à décrire ce mouvement tel que je le conçois.

Lorsque l'ondulation se produit, toutes les molécules de la surface sont sollicitées de bas en haut jusqu'à une profondeur qui dépasse la hauteur de la lame.

Ces molécules s'élèvent en s'épanouissant comme le feraient à leur surface des grains de maïs dans un boisseau, si au fond de ce récipient on exerçait successivement d'un côté à l'autre une légère pression de bas en haut.

Comme les grains, les molécules de l'eau sont sollicitées à s'écarter, à s'épanouir à leur sommet, mais elles sont retenues l'une à l'autre par leur adhésion, leur viscosité, terme employé par Flachat, le célèbre ingénieur.

Celles de la surface seulement tendent à s'écarter, à se séparer complètement et sont emportées par la brise en embruns ou en poussière liquide. Elles laissent des vides par lesquels l'air est refoulé sous la pression de la brise au sein de la vague. Lorsque l'ondulation s'éloigne, les eaux retombent et, comprimées par leur poids, rejettent l'air que l'on voit ressortir par bulles innombrables dans le creux des lames.

Ainsi la densité de l'eau qui s'élève le plus à la surface des grandes ondulations serait notablement diminuée. Cette distension de l'élément liquide explique bien comment, lorsqu'il y a de la mer, la ligne droite horizontale de la mer peut être remplacée par une ligne brisée.

Cette explication concorde aussi avec les propriétés de l'huile qui, à cause de sa grande adhérence, se laisse moins pénétrer par l'eau et a des ondulations très-faibles quoiqu'elle soit plus légère que l'eau. Les anciens s'en sont servi pour diminuer momentanément la violence des brisants ou vagues irrégulières qui, en déferlant, pouvaient mettre leurs navires en danger.

Mais ils avaient reconnu que l'emploi de ce procédé amenait toujours une recrudescence dans la violence de la mer. Cette recrudescence était due à la rencontre de l'obstacle opposé momentanément à ses mouvements.

Un autre moyen a été employé souvent pour résister à la violence des vagues. Lorsqu'un navire fuit vent arrière, non pour éviter les lames, mais pour les recevoir par une extrémité, en continuant à gouverner, il traîne quelquefois un câble attaché à son arrière.

Ce câble, devenu rigide par le frottement dans l'eau, maintient le bâtiment en route, s'oppose aux embardées et souvent fait déferler les lames loin du couronnement, parce que son passage à travers la base de la vague détruit son équilibre et amène l'effrondement de toute cette montagne d'eau.

Par des procédés semblables, on a essayé quelquefois, au moyen d'ancres et de flotteurs reliés entre eux par des câbles ou des filets, de rompre la base des lames afin de protéger un mouillage ou certains travaux contre une grosse mer prévue.

Mais cette construction coûteuse et peu durable ne paraît pas avoir donné des résultats assez concluants pour que l'emploi puisse en être recommandé.

M. H. GENAILLE

Ingénieur civil.

SUR LA MACHINE MAGNÉTO-ÉLECTRIQUE.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Émile LEMOINE

Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique.

LES MACHINES A AIR COMPRIMÉ.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. É. Lemoine dit que les machines à air comprimé, employées à Nantes pour la traction des tramways, ont admirablement réussi. Les difficultés dues au froid produit par la détente sont aujourd'hui supprimées, grâce au réchauffeur de M. Mekarsky. Il donne connaissance des dimensions minimes de certaines de ces machines que l'on arrive à faire passer dans les mines.

M. P. DARBOUX

Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris.

APPAREILS DIVERS DE PEAUCELLIER, HART ET KEMPE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Darboux présente aux sections les appareils de Peaucellier, Hart et Kempe ; il montre les avantages du premier au point de vue mécanique, il

indique les mouvements d'ordre supérieur qui viennent compléter le mouvement de lignes droites. Il indique la possibilité d'obtenir deux mouvements rectangulaires (Hart). Il termine en donnant une modification de l'appareil Hart permettant de donner à un plan un mouvement vertical rectiligne alternatif.

M. DELLON

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

THÉORIE MATHÉMATIQUE DU MOUVEMENT DE L'EAU DANS LES COURBES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. DELLON donne la théorie complète et mathématique du mouvement de l'eau dans les courbes et la formation des dépôts dans les rivières et dans la mer.

Partant des formules d'hydrodynamique de Lagrange, il montre comment le choix des axes lui permet de simplifier ces équations ; par une transformation analytique simple, il arrive à l'équation $u^2 \frac{d}{dx}\left(\frac{\frac{du}{dz} - \frac{dw}{dy}}{u}\right) \times \frac{du}{dz}\frac{dv}{dx} = 0$

Il montre comment le premier terme correspond à une rotation, dont la valeur et le signe sont déterminés par le second terme. Il en déduit la loi suivante : Dans toute courbure d'un courant, il s'établit un mouvement de torsion générale, portant les plus grandes vitesses à l'extérieur, les autres à l'intérieur. S'il n'existait pas, il se produit; s'il existait, il augmente. Comme expérience de cabinet, il présente le mouvement du sable : 1° dans un verre d'eau remuée; 2° dans un vase ayant subi une rotation; 3° sous l'influence d'un disque tournant dans l'eau.

Il passe de là à l'explication des dépôts dans les tournants, montre comment le triage des matériaux se fait : les gros se portant vers la rive extérieure, le sable en talus sur la rive intérieure.

Il montre comment dans un mouvement oscillatoire les mêmes phénomènes doivent exister lorsqu'il y a courant. La loi est donc applicable à la mer. Il en conclut la théorie de l'ensablement du port de Cette. Il explique le creusement primitif du rivage, l'action de creusement due au môle Saint-Louis, l'action d'ensablements successifs due aux prolongements de la jetée de Frontignan.

DISCUSSION

M. le PRÉSIDENT fait observer que cette théorie est en accord parfait avec les phénomènes qu'il a observés et les expériences qu'il a faites.

M. le Colonel LAUSSEDAT

Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

PRÉSENTATION DU RÉFLECTEUR DU COLONEL MANGIN; SON APPLICATION A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE AU POINT DE VUE MILITAIRE.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Alfred RENOUARD Fils

Ingénieur civil, filateur de lin à Lille.

SUR UN SYSTÈME DE CONES CONJUGUÉS A PROFIL HYPERBOLIQUE POUR LE MOUVEMENT DIFFÉRENTIEL DES BANCS A BROCHES

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Renouard rappelle que le métier de filature dit *banc à broches* n'est autre qu'une machine à étirer les textiles, munie d'appareils destinés à les tordre légèrement et à les enrouler sur une bobine.

L'ensemble des appareils se compose :

1° De broches munies d'ailettes, destinées à produire la torsion et l'envidage ;

2° D'un système de poulies coniques destiné à ralentir, à chaque course de la bobine, le mouvement du chariot, afin que l'envidage se fasse régulièrement sur toute la longueur de la bobine ;

3° D'une roue différentielle commandée par le système de poulies et destinée, à chaque course de la bobine, à accélérer le mouvement de la dite bobine, afin que l'envidage se fasse sans tiraillement.

Le système de poulies se compose ordinairement de deux cônes à profil droit ou hyperbolique. Le cône supérieur reçoit directement son mouvement des organes du banc ; ce mouvement est uniforme. Le cône inférieur recoit son mouvement du cône supérieur au moyen d'une courroie ; le mouvement de ce cône est uniforme pour chaque position particulière de la courroie, mais variable d'une position à l'autre.

Le système le plus généralement employé est celui des cônes à profil hyperbolique, parce que c'est celui qui correspond à des *déplacements égaux* de la courroie.

M. Renouard démontre qu'avec des cônes droits, au contraire, *les déplacements vont en décroissant et sont proportionnels aux ordonnées*

d'une hyperbole (1). Lorsqu'on cherche analytiquement le profil du cône supérieur, en exprimant que les déplacements de la courroie doivent être égaux et écrivant les diverses conditions auxquelles doivent satisfaire les mouvements pour que l'envidage se fasse régulièrement sur la bobine, on trouve l'équation :

$$y = \frac{LD}{2(L+x)}$$

dans laquelle x représente les déplacements de la courroie et y les rayons correspondants du cône supérieur. Cette équation représente une hyperbole équilatère rapportée à des axes rectangulaires, ayant pour axe des x l'axe même du cône et pour axe des y une perpendiculaire située dans la grande base du cône. Elle est asymptote à l'axe des x et à une droite $x = 2L$ parallèle à l'axe des y.

Quant aux paramètres L et D, ils sont arbitraires : L représente la longueur qu'on veut donner aux cônes, D le diamètre qu'on veut donner à la grande base. On reste donc libre de déterminer ces longueurs d'après des vues particulières. Aussi les cônes conviennent toujours à n'importe quel banc, puisque l'équation est indépendante des diamètres de la mèche de textile et du fût de la bobine. Seulement, les cônes construits, il faut déterminer la position initiale de la courroie, ainsi que la longueur de ses déplacements d'après l'épaisseur de la mèche de textile, et le diamètre du fût de la bobine. M. Renouard montre que, dans les ateliers de construction, cette détermination peut se faire par le calcul.

Le profil du cône inférieur n'est autre que celui du cône supérieur renversé. Ces deux profils sont constamment parallèles.

La détermination du profil des cônes est faite dans l'hypothèse que la courroie est réduite à une simple ligne ; mais il n'en peut être ainsi dans la pratique où la courroie qui commande les cônes doit avoir environ deux pouces anglais, si l'on veut éviter les glissements. Il en résulte que la courroie agit sur une largeur beaucoup plus grande pour que le mouvement se transmette au cône inférieur avec toute la longueur voulue ; d'autre part, le déplacement de la courroie étant commandé par une fourchette obéissant à un poids et à un échappement de rochet, il peut aussi se produire des irrégularités dans les déplacements. Ces causes d'irrégularité ne peuvent être évitées complètement avec le système tel qu'il existe actuellement et qu'il vient d'être sommairement décrit. On

(1) Voir *Bulletins de la Société industrielle du Nord*, t. IV, p. 301-306. Théorie des principales fonctions des bancs à broches pour lin et des appareils de variation qui les régissent.

a alors songé à modifier les cônes de façon à les atténuer considérablement.

Voici comment on y arrive :

Dans la pratique, on donne aux cônes une longueur d'une trentaine de pouces (on compte toujours en filature de lin par mesures anglaises), une grande base de 6 pouces de diamètre et une petite base de 3 pouces. On les remplace alors par des cônes ayant 5 pouces de longueur et 9 pouces de diamètre à la grande base, la petite base ayant 4 pouces. Ces cônes sont calés sur leurs axes. Sur ces mêmes axes sont placés des cônes identiques aux précédents, mobiles le long de ces axes et *pénétrant* les cônes précédents, grâce à l'enlèvement alternatif d'un secteur vide et d'un secteur plein placé dans chacun d'eux, de façon qu'ils puissent se loger les uns dans les autres. Il y a donc quatre cônes au lieu de deux. Par cette disposition, chaque paire de cônes constitue une poulie, et le mouvement se transmet non plus par une courroie plate, mais par une courroie cylindrique en lanières tressées, d'un demi pouce de diamètre. Le contact de la courroie en contact avec les cônes n'est plus que de quelques millimètres, et l'adhérence est suffisante pour produire le mouvement. A chaque course nouvelle, une glissière entraîne, au moyen de tiges à mâchoires, les cônes mobiles de la longueur voulue. Le diamètre de la gorge du haut diminue de la quantité nécessaire, tandis que celui de la gorge du bas augmente de la même quantité.

Avec cette modification les choses se passent comme avec les cônes longs ordinaires, mais offrent beaucoup plus de rigueur dans la régularité des mouvements, puisque le contact de la courroie avec les cônes n'est plus que de quelques millimètres et que les déplacements de cette courroie sont rigoureusement produits par le déplacement même des cônes mobiles. Le profil de ces cônes est déterminé par la même équation citée tout à l'heure, en exprimant que pour $x = 0$, L doit être égal à 4,5, et que pour $x = 5$, L doit être égal à 2. On obtient ainsi pour L et D les valeurs suivantes :

$$D = 9 \qquad L = 2$$

et la formule de construction devient:

$$y = \frac{18}{4 + x}$$

M. J.-N. SHOOLBRED

Ingénieur à Londres.

MARÉES DE LA MANCHE ET DE LA MER DU NORD. — OBSERVATIONS FAITES EN 1878.

(EXTRAIT) (1)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. SHOOLBRED fournit quelques indications sur les observations faites sur les marées, sous la direction d'une commission spéciale de la *British Association for the Advancement of Sciences*. Nous reproduisons ci-après les données principales qu'il fait connaître.

1. Observations chaque quart d'heure, de basse mer en basse mer.

Marée.	Moment de la haute mer (à Douvres.)
du 12 février	5.46 soir.
19 —	0.31 —
26 —	6.37 —
13 mars	5.23 —
20 —	0.2 —
27 —	6.16 —
11 avril	5.12 —
18 —	11.35 —
25 —	5.39 —

Les observations doivent commencer une heure avant la première basse mer, et ne se terminer qu'une heure après la dernière de chaque marée.

Le moment *exact* des hautes et des basses mers sera noté; les autres observations à chaque quart d'heure exact (de l'horloge). Le temps moyen de Paris sera observé partout.

2. Observations sur les moments des hautes et des basses mers seulement.

Au mois de juin...	Sur les marées du matin, du 10 au 16 inclus.
	— — soir, — 17 — 24 —
Au mois d'août....	— — matin, — 8 — 14 —
	— — soir, — 15 — 23 —

A chaque station, le zéro des observations a été rattaché au plan de comparaison des cartes du nivellement de la France. L'état du baromètre, et la direction et force du vent ont été notés de temps en temps.

Stations d'observation.

Yarmouth.	Newhaven.	Flessingue.	Tréport.
Lowestoft.	Shoreham.	Ostende.	Dieppe.
Harwich.	Portland.	Dunkerque.	St-Valéry-en-Caux.
Sheerness.	Mer du Nord, entrée du Canal d'Amsterdam.	Calais.	Fécamp.
Ramsgate.		Boulogne.	Le Havre.
Douvres.			

(1) *Association britannique pour l'Avancement des sciences.*

OBSERVATIONS SIMULTANÉES SUR LES MARÉES DE LA MANCHE ET DE LA MER DU NORD
Les 13, 20 et 27 Mars 1878.

CÔTE D'ANGLETERRE

Endroits des observations.	MORTE EAU D'ÉQUINOXE			VIVE EAU D'ÉQUINOXE			MORTE EAU D'ÉQUINOXE		
	Heures.	Hauteurs.	Rapportés.	Heures.	Hauteurs.	Rapportés.	Heures.	Hauteurs.	Rapportés.
		Mètres.			Mètres.			Mètres.	
Yarmouth	le 12, 7.10 soir.	0.53 B.M.	5.44	le 20, 2.16 matin.	—0.38 B.M.	4.53	le 26, 8.40 soir.	0.23 B.M.	5.14
	le 13, 2.41 matin.	1.80 P.M.	6.71	— 10.4 —	1.75 P.M.	6.66	le 27, 3.35 matin.	1.30 P.M.	6.21
	— 8.40 —	1.14 B.M.	6.05	— 4.10 soir.	—0.25 B.M.	4.66	— 10.10 —	0.76 B.M.	5.67
	— 3.23 soir.	1.88 P.M.	6.79	— 10.25 —	2.06 P.M.	6.97	— 4.19 soir.	1.68 P.M.	6.59
	— 9.10 —	0.43 B.M.	5.34	le 21, 4.50 matin.	—0.31 B.M.	4.60	— 10.20 —	0.36 B.M.	5.27
Lowestoft	— 10.2 matin.	4.64 B.M.	6.62	le 20, 4.40 —	2.91 B.M.	4.89	— 9.55 matin.	4.42 B.M.	6.40
	— 3.47 soir.	5.40 P.M.	7.38	— 10.47 —	5.29 B.M.	7.27	— 4.10 soir.	5.22 P.M.	7.20
	— 11.2 —	3.86 B.M.	5.85	— 4.40 soir.	3.32 B.M.	5.31	— 11.17 —	3.91 B.M.	5.90
Harwich	— 11.47 matin.	2.24 B.M.	6.20	— 6.40 matin.	0.38 B.M.	4.35	— 11.40 matin.	2.11 B.M.	6.08
	— 6.32 soir.	3.81 P.M.	7.78	— 1.5 soir.	4.57 P.M.	8.54	— 6.35 soir.	3.70 P.M.	7.66
	— 11.32 —	1.49 B.M.	5.45	— 6.55 —	0.71 B.M.	4.68	le 28, 1.32 matin.	1.59 B.M.	5.55
Sheerness	— 12.40 —	—0.92 B.M.	5.62	— 8.10 matin.	—3.25 B.M.	3.28	le 27, 12.25 soir.	—1.98 B.M.	4.55
	— 7.10 —	1.35 P.M.	7.88	— 1.45 soir.	2.54 P.M.	9.07	— 7.40 —	1.25 P.M.	7.78
	—	—	—	— 8.10 —	—2.95 B.M.	3.38	—	—	—
Ramsgate	— 5.30 matin.	3.34 P.M.	7.86	— 7.45 matin.	0.96 B.M.	3.49	— 6.40 matin.	4.78 P.M.	7.30
	— 12.5 soir.	3.10 B.M.	5.63	— 12.50 soir.	6.18 P.M.	8.70	— 12.32 soir.	2.97 B.M.	5.50
	— 5.35 —	3.22 P.M.	7.75	— 7.32 —	1.07 B.M.	3.59	— 7.2 —	5.26 P.M.	7.79
Douvres	— 12.30 —	1.83 B.M.	5.28	— 7.10 matin.	—0.69 B.M.	2.76	— 1.26 matin.	1.83 B.M.	5.28
	— 5.30 —	4.32 P.M.	7.77	— 12.10 soir.	5.85 P.M.	9.29	— 5.42 —	3.94 P.M.	7.39
	—	—	—	— 7.35 —	—0.69 B.M.	2.76	—	—	—
Newhaven	— 5.25 —	4.40 P.M.	8.05	— 12.20 —	6.46 P.M.	10.11	— 6.10 soir.	4.70 P.M.	8.35
Shoreham	—	—	—	—	—	—	—	0.86 B.M.	4.59
	— 4.44 —	3.51 P.M.	7.24	— 11.59 matin	5.57 P.M.	9.29	— 5.34 —	3.97 P.M.	7.69
Portland	— 7.35 matin.	0.65 B.M.	6.27	le 19, 11.17 soir.	—0.37 B.M.	5.25	— 5.50 matin.	1.08 B.M.	6.70
	— 11.47 —	1.09 P.M.	6.71	le 20, 3.55 matin.	2.08 P.M.	7.70	— 8.48 —	1.37 P.M.	6.99
	— 8.25 soir.	0.56 B.M.	6.18	— 11.25 —	—0.36 B.M.	5.26	— 6.55 soir.	0.60 B.M.	6.22

CÔTE DE FRANCE

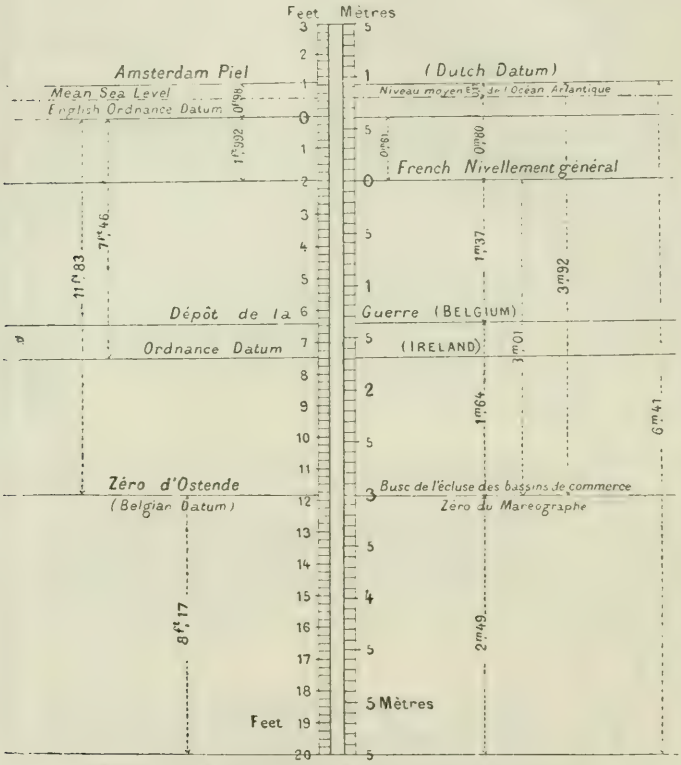
Endroits des observations.	MORTE EAU D'ÉQUINOXE			VIVE EAU D'ÉQUINOXE			MORTE EAU D'ÉQUINOXE		
	Heures.	Hauteurs.	Rapportés.	Heures.	Hauteurs.	Rapportés.	Heures.	Hauteurs.	Rapportés.
		Mètres.			Mètres.			Mètres.	
Mer du Nord, entrée du Canal d'Amsterdam.	le 13, 2.50 matin.	1.11 B.M.	5.67	le 20, 0.30 matin.	1.18 B.M.	5.74	le 27, 5.5 matin.	0.93 B.M.	5.49
	— 9.0 —	2.98 P.M.	7.54	— 3.40 —	2.73 P.M.	7.29	— 8.50 —	2.63 P.M.	7.19
	— 4.0 soir.	1.23 B.M.	5.79	— 12.0 midi.	0.53 B.M.	5.09	— 5.20 soir.	1.28 B.M.	5.84
	— 8.50 —	1.93 P.M.	6.49	— 4.40 soir.	2.73 P.M.	7.29	— 10.50 —	2.23 P.M.	6.79
Flessingue.....	le 14, 4.50 matin.	0.91 B.M.	5.47	le 21, 0.50 matin.	0.85 B.M.	5.41	le 28, 6.30 matin.	1.07 B.M.	5.63
	le 13, 6.40 —	1.59 P.M.	8.00	le 20, 8.35 —	—2.45 B.M.	3.96	le 27, 7.45 —	1.30 P.M.	7.71
	— 1.40 soir.	—0.95 B.M.	5.56	— 2.20 soir.	2.39 P.M.	8.80	— 2.45 soir.	—0.75 B.M.	5.66
Ostende.....	le 12, 11.38 —	1.88 B.M.	4.37	le 19, 7.43 —	1.42 B.M.	3.91	— 1.18 matin.	2.15 B.M.	4.64
	le 13, 6.19 matin.	4.70 P.M.	7.19	le 20, 0.35 matin.	6.28 P.M.	8.77	— 7.10 —	4.89 P.M.	7.38
	— 12.48 soir.	2.30 B.M.	4.79	— 7.50 —	0.93 B.M.	3.42	— 2.6 soir.	2.92 B.M.	5.41
	— 7.5 —	4.42 P.M.	6.91	— 1.43 soir.	6.18 P.M.	8.67	— 7.50 —	4.82 P.M.	7.31
Dunkerque.....	le 14, 1.38 matin.	1.61 B.M.	4.10	— 7.53 —	1.20 B.M.	3.69	le 28, 2.53 matin.	2.38 B.M.	4.87
	le 13, 1.45 soir.	2.00 B.M.	5.08	— 7.30 matin.	0.00 B.M.	3.08	le 27, 1.45 soir.	2.05 B.M.	5.43
	— 6.0 —	4.35 P.M.	7.43	— 12.52 soir.	5.85 P.M.	8.93	— 7.15 —	4.25 P.M.	7.33
Calais.....	le 14, 1.0 matin.	1.44 B.M.	4.52	— 7.22 —	0.15 B.M.	3.23	le 28, 2.22 matin.	1.60 B.M.	4.68
	le 13, 12.2 soir.	—0.68 B.M.	4.82	— 7.23 matin.	—3.20 B.M.	2.30	le 27, 1.5 soir.	—0.55 B.M.	4.95
	— 5.56 —	1.95 P.M.	7.45	— 12.33 soir.	3.96 P.M.	9.46	— 7.6 —	2.10 P.M.	7.60
Boulogne.....	le 14, 0.50 matin.	—1.10 B.M.	4.40	— 7.43 —	—3.10 B.M.	2.40	le 28, 1.59 matin.	—0.85 B.M.	4.65
	le 13, 12.0 midi.	12.70 B.M.	4.42	— 7.45 matin.	10.04 B.M.	4.76	le 27, 12.45 soir.	12.92 B.M.	4.64
	— 5.23 soir.	15.92 P.M.	7.64	— 12.30 soir.	18.78 P.M.	10.50	— 6.30 —	16.25 P.M.	7.97
Tréport.....	le 14, 0.31 matin.	12.52 B.M.	4.24	— 8.0 —	9.99 B.M.	4.71	le 28, 1.45 matin.	12.78 B.M.	4.50
	le 13, 11.30 —	3.24 B.M.	4.53	— 6.29 matin.	0.06 B.M.	1.35	le 27, 12.30 soir.	3.25 B.M.	4.54
	— 5.15 soir.	6.60 P.M.	7.89	— 12.3 soir.	10.18 P.M.	11.47	— 6.10 —	6.95 P.M.	8.24
Dieppe.....	le 14, 0.30 matin.	2.95 B.M.	4.24	— 7.0 —	0.00 B.M.	1.29	le 28, 1.30 matin.	3.20 B.M.	4.49
	le 13, 10.58 —	3.20 B.M.	4.49	— 6.21 matin.	0.20 B.M.	1.49	le 27, 11.55 —	3.00 B.M.	4.29
	— 4.55 soir.	6.25 P.M.	7.54	— 11.55 —	9.78 P.M.	11.07	— 6.10 soir.	6.87 P.M.	8.16
Havre.....	— 11.43 —	3.25 B.M.	4.54	— 6.39 soir.	0.16 B.M.	1.45	le 28, 0.51 matin.	3.30 B.M.	4.59
	— 9.45 matin.	3.32 B.M.	4.43	— 5.43 —	0.28 B.M.	1.49	le 27, 10.41 —	3.33 B.M.	4.44
	— 3.30 soir.	5.84 P.M.	6.95	— 9.58 —	8.15 P.M.	9.26	— 5.26 soir.	6.33 P.M.	7.44
	— 10.30 —	3.40 B.M.	4.51	le 21, 5.58 matin.	0.40 B.M.	1.51	— 11.56 —	3.57 B.M.	4.68

NOTA. — Le temps indiqué est celui de Paris. Les niveaux sont rapportés à 5.50m en dessous du « zéro du nivellement général de la France » (ligne de Bourdaloue), en supposant que « le niveau moyen de l'océan Atlantique » est identique avec le niveau moyen « Mean Sea Level » des côtes d'Angleterre.

Au Congrès du Havre, 1877, de l'Association française pour l'avancement des sciences, un mémoire a été présenté au sujet de ces observations de la part de la Commission de l'Association britannique, qui en était chargée. En même temps, il a été demandé le bon accueil et l'appui de l'Association française auprès du ministre des Travaux publics.

Grâce aux demandes faites plus tard par le secrétaire du Conseil, M. Gariel, à M. Rousseau, le directeur des travaux des ports de mer, Son Excellence le ministre des Travaux publics a bien voulu donner l'autorisation nécessaire, en ce qui concernait les observations à faire sur les côtes de la France.

Une permission pareille ayant été accordée par les gouvernements Anglais et Belge, le programme suivant fut dressé, d'accord avec les différents observateurs ;



Niveau pour les observations internationales des marées

Les observations simultanées ont eu lieu pendant les mois de février, de mars, et d'avril, sur les marées d'équinoxe ; et dans les mois de juin et d'août sur les marées ordinaires. Une étendue de côte s'étendant depuis le Havre jusqu'à l'entrée du canal de la mer du Nord, conduisant à Amsterdam, en Hollande ; et en Angleterre, depuis Portland, en face du Havre, jusqu'à Yarmouth à peu près en face d'Amsterdam.

Ci-contre un tableau comparatif des hautes et des basses mers des marées observées dans le mois de mars 1878.

Le temps est partout celui de Paris, et les niveaux sont rapportés à un plan de comparaison qui se trouve à $5^m,50$ en dessous du « zéro du nivellement général de la France, ligne de Bourdaloue »; en supposant que « le niveau moyen de l'Océan Atlantique » (nivellement de Bourdaloue) est identique avec le niveau moyen sur les côtes d'Angleterre (le « mean sea level » du nivellement de l'Ordnance Survey » de la Grande-Bretagne).

Les tableaux comparatifs des mois de février et d'avril, etc., ne sont pas encore prêts; mais ils suivront plus tard, aussi bien que quelques courbes des marées observées.

L'Association britannique pour l'avancement des sciences, au Congrès qui vient de se tenir à Sheffield, a remercié l'Association française pour le bon accueil qu'elle a prêté et pour l'appui qu'elle a bien voulu donner à ces observations; elle a ainsi donné un témoignage de l'amitié qui règne entre ces deux associations scientifiques.

M. Ch. Bergeron est chargé, de la part de la Commission de l'Association britannique, de faire connaître ces remerciements à l'Association française pour l'avancement des sciences.

Vœu émis par les 3e et 4e sections.

Les 3e et 4e sections, vu la communication de M. Bouvier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, sur la fontaine de Vaucluse.

Considérant que les recherches qu'il a entreprises, avec le concours de la Commission météorologique du département et du syndicat du canal de Vaucluse, dans le but de déterminer les limites du bassin alimentaire de la célèbre fontaine et d'arriver à connaître exactement la situation de ses galeries et de ses réservoirs souterrains, présentent un sérieux intérêt scientifique et qu'elles sont susceptibles de conduire à des résultats pratiques importants, émet le vœu que ces recherches soient vivement encouragées.

2e Groupe

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

5e Section

PHYSIQUE

PRÉSIDENT D'HONNEUR.....	M. ROSSETTI, Professeur à l'Université de Padoue.
PRÉSIDENT.....	M. CROVA, Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.
VICE-PRÉSIDENTS.....	MM. MERCADIER, Ingénieur des télégraphes, répétiteur à l'École polytechnique.
	MOITESSIER, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.
SECRÉTAIRES.....	MM. DELEVEAU, Professeur au lycée d'Orléans.
	GAY, Professeur au lycée de Montpellier.

M. ROSSETTI

Professeur à l'Université de Padoue.

SUR LES POUVOIRS ABSORBANT ET ÉMISSIF THERMIQUES DES FLAMMES ET SUR LA TEMPÉRATURE DE L'ARC VOLTAÏQUE

(EXTRAIT)

— Séance du 29 août 1879. —

M. ROSSETTI fait une communication verbale de ses recherches pour déterminer le pouvoir émissif thermique et le pouvoir absorbant des flammes bleues de becs dit de Bunsen, et des flammes blanches de gaz d'éclairage.

Il donne une description détaillée des instruments adoptés, de la méthode

suivie et des résultats obtenus. Il en fait l'application au rayonnement thermique de l'arc voltaïque, dont il cherche à déterminer la température.

Les résultats obtenus sont résumés dans les conclusions suivantes.

CONCLUSIONS.

1. — La transparence des flammes est très grande, et par conséquent très petite est l'absorption qu'elles exercent sur le rayonnement thermique qui les traverse. Si le rayonnement provient d'une flamme de la même nature, et si la flamme traversée a l'épaisseur d'un centimètre, les coefficients de transparence et d'absorption sont représentés respectivement par les nombres *0,865* et *0,135*, aussi bien pour les flammes bleues, peu lumineuses, des brûleurs dits de Bunsen, que pour les flammes blanches produites par le gaz d'éclairage.

2. — La transparence diminue et l'absorption croît proportionnellement si l'épaisseur des flammes augmente.

Si la flamme a une épaisseur infinie, elle est athermane, c'est-à-dire qu'elle absorbe tous les rayons thermiques provenant d'une flamme de même nature : la transparence est nulle, l'absorption égale à l'unité.

Ces limites sont cependant presque atteintes avec des épaisseurs finies et qui ne sont pas même très grandes.

Déjà 1 mètre d'épaisseur suffit pour rendre une flamme presque tout à fait athermique pour les rayons provenant d'une autre flamme de même nature.

3. — La formule $Y = a \dfrac{1 - k^{\varepsilon}}{\log h.\ k}$

représente très bien l'intensité du rayonnement thermique envoyé par les flammes d'une épaisseur quelconque ε, le coefficient de transparence étant $k = 0{,}865$, pourvu que l'épaisseur ε soit exprimée en centimètres : et a étant une quantité constante dont la valeur dépend de la nature de la flamme.

4. — Le *pouvoir émissif absolu thermique* des flammes blanches produites par le gaz d'éclairage (c'est-à-dire l'intensité du rayonnement d'une flamme de cette nature, ayant une épaisseur infinie, comparée à l'intensité du rayonnement envoyé par le noir de fumée ayant sa température égale à la température moyenne de la flamme) est égal *à l'unité*.

Le pouvoir émissif absolu thermique des flammes bleues pâles données par les brûleurs de Bunsen est représenté par la fraction

$$0{,}3219$$

c'est-à-dire il est à peu près le tiers du pouvoir émissif des flammes lumineuses du gaz d'éclairage.

5. — On peut obtenir le *pouvoir émissif relatif* à une flamme d'une épaisseur déterminée, en multipliant le rapport entre l'intensité de son rayonnement et l'intensité maximum (intensité du rayonnement de la même flamme si son épaisseur était infinie) par le nombre qui représente le pouvoir émissif thermique absolu de cette espèce de flammes.

Une flamme bleue-pâle de Bunsen ayant l'épaisseur de 4 millimètres a son pouvoir émissif thermique exprimé par le nombre 0,01744 : c'est-à-dire que

le noir de fumée porté à la même température envoie un rayonnement thermique, dont l'intensité est

$$\frac{1}{0,01744} = 57,73$$

fois plus grande que celle de la flamme.

6. — La lumière électrique se compose, comme on le sait, de deux espèces de rayonnement, c'est-à-dire des rayons émis par les charbons incandescents et des rayons envoyés par l'arc voltaïque qui s'élance entre les extrémités polaires des charbons.

Les premiers donnent une lumière blanche, les autres une lumière bleu-pourpre; l'ensemble une lumière blanc-bleuâtre.

7. — Les deux extrémités polaires des charbons ont une température bien différente l'une de l'autre. Le nombre de degrés qui exprime leur température absolue peut se déduire de la formule $Y = m\ T^2\ (T\text{-}\Theta) - n\ (T\text{-}\Theta)$ en admettant que les charbons ont le pouvoir émissif maximum.

8. — L'arc voltaïque a un pouvoir émissif thermique très petit qui est comparable au pouvoir émissif des flammes bleu-pâle des brûleurs de Bunsen. La température de l'arc voltaïque peut aussi être obtenue par la formule précédente, pourvu qu'on y introduise la valeur du pouvoir émissif thermique de l'arc voltaïque relatif à son épaisseur.

9. — Un grand nombre d'expériences ont donné pour l'extrémité polaire positive du charbon la température maximum de 3,900 degrés centigrades environ; pour l'extrémité polaire négative la température d'environ 3,150 degrés, et pour l'arc voltaïque qui s'élance entre ces deux extrémités, toujours la température d'environ 4,800 degrés quelles que fussent l'épaisseur de l'arc et l'intensité du courant.

DISCUSSION

A la suite de cette communication, M. Mercadier demande à M. Rossetti si la formule exponentielle que lui a fournie l'intégration donne des résultats d'accord avec les observations.

M. Rossetti montre, par les tableaux de ses expériences, que l'accord est complet entre le calcul et l'expérience.

M. Crova fait ressortir l'importance pratique des travaux de M. Rossetti et lui demande s'il n'a pas éprouvé de difficultés dans ses mesures, par suite de la mobilité de l'arc voltaïque.

M. Rossetti fait connaître les procédés qu'il a employés pour lever ces difficultés.

M. Duboscq fait remarquer qu'on peut rendre l'arc immobile en rapprochant les charbons, mais ce procédé n'est pas applicable dans le cas présent, parce que l'arc n'aurait pas une assez grande longueur.

M. E. DUCRETET

Fabricant d'instruments de précision.

BOUSSOLE DES SINUS ET DES TANGENTES DE POUILLET.

— *Séance du 28 août 1879.* —

Cette boussole diffère peu de celle imaginée par Pouillet. Il serait inutile de décrire longuement la boussole de Pouillet que possèdent tous les cabinets de physique : il suffira de dire qu'elle se compose essentiellement d'un cercle vertical fixe, servant de multiplicateur et agissant sur un barreau aimanté mobile au centre de ce cercle multiplicateur. Lorsque le courant électrique traverse le fil qui contourne ce cercle, le barreau est dévié de sa position d'orientation et les sinus ou les tangentes des déviations du barreau sont proportionnels aux intensités. Pour les sinus on se sert de la longue aiguille X; pour les tangentes on met en place le petit barreau Y.

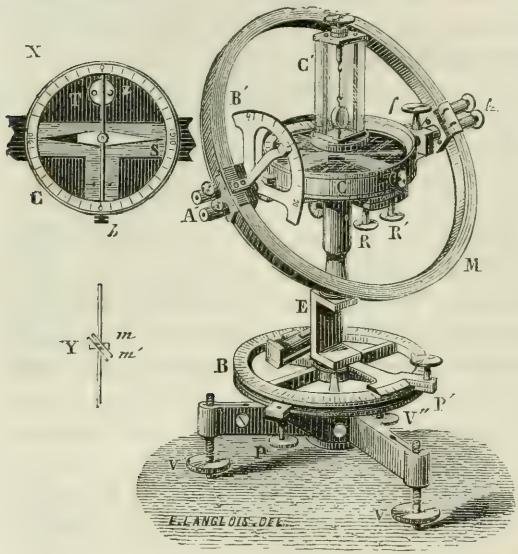


Fig. 40.

M. Gaugain a trouvé que cette condition, dans le cas des tangentes, était réalisée presque rigoureusement en excentrant le barreau aimanté, de telle sorte que le centre du petit barreau (Y) occupe le sommet d'un cône droit, ayant pour base le courant circulaire et pour hauteur le quart du diamètre de la base. La boussole, figurée ci-contre, permet de réaliser rapidement cette condition ; pour cela, la boîte G, qui reçoit le petit barreau aimanté Y, muni de sa suspension, est montée à coulisse sur son support ; la position extrême qu'on peut lui donner en agissant sur le bouton R', la met de suite dans les conditions recommandées par M. Gaugain.

La principale modification apportée par M. Ducretet dans la construction de cet instrument est la possibilité d'obtenir la mesure exacte de l'intensité des courants électriques les plus faibles et ceux donnés, soit par une pile de plus de 50 éléments Bunsen, soit par une machine magnéto-électrique de grande puissance.

Il est facile de comprendre que la mesure de courants aussi différents d'intensité n'est possible, avec les instruments actuels, que dans les limites restreintes de la sensibilité de l'instrument, même en employant des dérivations sur le courant principal qu'il s'agit d'étudier.

L'instrument construit par M. Ducretet réalise encore cette condition. Le cercle multiplicateur M est monté à centre sur un système de pivots suivant son diamètre AA'. Il en résulte qu'il devient possible de lui donner toutes les positions comprises depuis la position verticale jusqu'à l'horizontale parallèle au barreau aimanté. Dans cette condition, aucun courant ne peut avoir d'action sur le barreau ; dans la verticale, cette action est maximum.

La gorge du multiplicateur M reçoit deux fils parallèles qui aboutissent à 4 bornes extrêmes A ; elle reçoit encore une bande de cuivre épais pour les forts courants; ses extrémités sont fixées à deux autres bornes A' opposées aux premières.

Tout en laissant à la suspension *toute la sensibilité possible* (fil de cocon à l'intérieur de la cage mobile C'), on conçoit parfaitement que l'action du courant *étant nulle* dans la position horizontale et *maximum* dans la position verticale, toutes les positions intermédiaires conviendront pour toutes les intensités de courant, faibles ou forts, et cela sans changer d'instrument et en lui laissant une sensibilité *maximum* que donne une suspension à fil de cocon; sensibilité qui sera la même pour toute une série d'expériences comparatives. Un cercle gradué B' indique les positions intermédiaires, pour lesquelles l'expérimentateur pourra dresser une table d'intensité. Le barreau aimanté porte encore un système de deux miroirs *m m'* mobiles, l'un plan, l'autre concave; ils servent à faire les observations précises, soit par réflexion, soit par projection comme d'ordinaire. La cage C' est en glace, elle est mobile sur son centre et permet une orientation convenable. Un double système permet d'arrêter les oscillations du barreau ou simplement de les amortir.

Cet instrument de mesure paraît appelé à rendre de réels services dans les recherches sur les courants électriques.

M. CROVA

Professeur à la faculté des sciences de Montpellier.

APPAREIL POUR LA MESURE DES HAUTES TEMPÉRATURES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879. —

M. Crova expose les recherches qu'il a entreprises pour déterminer les hautes températures en comparant les intensités des différentes régions du spectre. — L'appareil qu'il emploie se compose d'un thermomètre à azote sec formé d'un ballon en porcelaine de Bayeux relié à un manomètre de Regnault au moyen d'un tube de cuivre capillaire. — Cet appareil est placé dans une double enceinte en plombagine dans laquelle on lance au moyen d'un chalumeau Schlœsing, un mélange enflammé d'air et de gaz d'éclairage. — L'air comprimé est fourni par un jet de vapeur entraînant l'air qui arrive par des ouvertures latérales. — Pour apercevoir le ballon, on a percé les parois des creusets et on a fixé un tube en plombagine portant à son extrémité un objectif photographique. Le faisceau lumineux est reçu sur le spectrophotomètre.

M. MERCADIER

Ingénieur des télégraphes, Répétiteur à l'École polytechnique.

MESURE DES AMPLITUDES DES MOUVEMENTS VIBRATOIRES (1).

(1) Le travail *in extenso* a paru dans *le Bulletin de la Société de Physique* (1879) et un extrait dans *le Journal de physique*, 1880.

M. Henri DUFOUR
Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.

NOTE SUR UN NOUVEAU BAROMÈTRE ENREGISTREUR

— Séance du 30 août 1879. —

Désirant posséder un baromètre enregistreur dans le laboratoire de physique de l'Académie de Lausanne, j'ai cherché à construire un appareil simple et coûtant peu. Je crois avoir réussi et je pense qu'il ne sera pas inutile d'en donner une courte description.

En fait, j'ai obtenu deux formes différentes de baromètre présentant chacune ses avantages et ses inconvénients. L'instrument employé est un baromètre à siphon; pour obtenir un enregistrement, on utilise les mouvements qui résultent du déplacement du centre de gravité de l'appareil lorsque le mercure monte ou descend dans le tube barométrique.

1er Instrument, fig. 41.

Dans cet instrument on utilise seulement les mouvements du mercure dans la branche ouverte du siphon. L'appareil se compose du tube barométrique *a*, d'un tube de verre incliné *b*. Ces deux parties sont réunies par un fragment de tube de caoutchouc qui est légèrement serré au point *c* par une pince à vis fixée sur le support de bois du tube barométrique. Le point *c* sert ainsi de charnière autour de laquelle la partie mobile *b* peut s'incliner. Un fil réunit un point du tube *b* avec l'extrémité du bras d'un fléau de balance, tandis que l'autre bras porte un contre-poids. Au couteau de la balance prolongé est fixé la tige verticale *d* à l'extrémité de laquelle est le style, traçant d'une manière continue sur un cylindre couvert de noir de fumée.

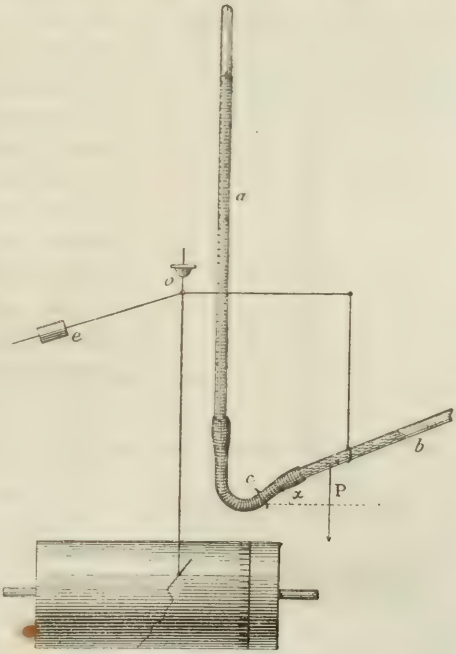


Fig. 41.

On voit que, dans ces conditions, la quantité de mercure contenue dans le tube *b*, et faisant équilibre au contre-poids *p*, est très petite, de sorte que les variations de cette quantité peuvent agir d'une manière plus efficace que dans

le baromètre balance Ordinaire, dans lequel le fléau soutient le poids total de la colonne de mercure et le contre-poids qui lui fait équilibre. Le mouvement de la partie *b c* est en effet produit : 1° par la variation du poids du mercure contenu dans le tube; 2° par la variation de la distance du centre de gravité du système mobile au point *c*; 3° par la variation de l'angle *a* que forme la direction du tube incliné avec l'horizontale. Le moment statique de l'appareil par rapport au point *c* est, comme le montre la figure

$$P.\ l.\ \cos\alpha.$$

l désignant la distance du centre de gravité à l'axe de rotation, et *P* le poids du mercure et du tube; les variations de ces trois quantités tendent ensemble à produire le mouvement de l'aiguille.

La sensibilité de l'instrument peut varier à volonté. Il suffit de choisir convenablement les diamètres des tubes *a* et *b* et la valeur de l'angle α.

Mais on voit aussi que les indications de l'appareil ne sont pas proportionnelles aux variations barométriques. Ce défaut pourra être corrigé après une étude prolongée de l'instrument qui montrera quelle inclinaison il faut donner au bras de fléau *e* de la balance, ou peut-être s'il faut construire une courbe particulière pour le raccordement du fil avec l'extrémité de l'autre bras; le problème me paraît avoir quelque analogie avec celui que MM. Raoul Pictet et Cellérier ont si bien résolu récemment dans la construction de leur hermographe enregistreur (1). L'appareil que j'ai réalisé pour le moment est construit d'une manière trop grossière pour me permettre de faire cette étude.

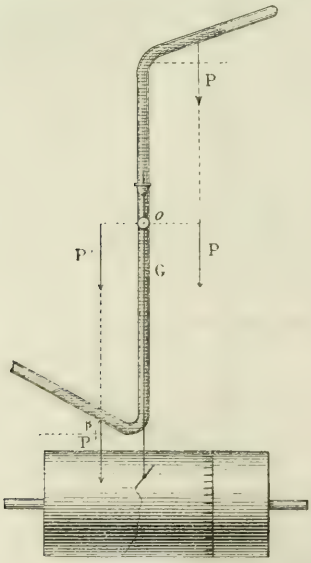


Fig. 42.

L'emploi d'un fragment de tube de caoutchouc comme charnière pourrait être aussi une cause d'erreur, dont il est difficile de prévoir l'importance ; la flexibilité du caoutchouc peut se modifier lentement avec le temps et, sous ce rapport, il vaudrait peut-être mieux employer un tube en peau puisque cette substance est utilisée dans la construction du baromètre Fortin.

Il faut remarquer cependant que les mouvements du tube de caoutchouc dans le voisinage du point *c* sont toujours très petits.

C'est pour éviter l'emploi du tube de caoutchouc que j'ai construit l'appareil suivant :

2e *Instrument* (fig. 42). La figure fait immédiatement comprendre la manière dont l'appareil fonctionne, le tube barométrique est coudé deux fois; la partie verticale est soutenue par un axe horizontal passant un peu au-dessus du centre de gravité, le tube tout

(1) *Archives des Sc. phys. et naturelles*, t. LXIV. Dec. 1878, p. 185.

entier oscille autour de cet axe, comme le fléau d'une balance. Les moments statiques par rapport au point o sont :

$$P.\ l.\ \cos\alpha \text{ et } P'.\ l'.\ \cos\beta.$$

Les variations des trois quantités contenues dans ces produits agissent dans le même sens, l'un des moments augmente tandis que l'autre diminue, ce qui détermine l'inclinaison du tube; une aiguille portant un style, trace comme dans l'appareil précédent sur un cylindre couvert de noir de fumée. Cet instrument marche actuellement au laboratoire ; malheureusement, je n'ai pu le réaliser que d'une manière très grossière; l'axe de suspension est une grosse aiguille, à l'extrémité de laquelle est fixée une tige en bois portant le style.

J'espère pouvoir faire réaliser ces deux appareils d'une manière plus précise et étudier alors leur marche dans des conditions meilleures que celles dans lesquelles ils sont actuellement.

On peut remarquer, en passant, que ce dernier appareil peut fort bien être transformé en thermomètre enregistreur à air; il suffit de fixer sur la branche ouverte un vase quelconque contenant de l'air; la dilatation du gaz se fera dans les mêmes conditions que si la pression était à peu près constante et égale à la pression atmosphérique le jour où l'instrument aura été fermé. J'ai aussi construit cet appareil, et j'ai pu m'assurer qu'il a toute la sensibilité désirable entre certaines limites.

D'une manière générale, on voit qu'il est facile, toutes les fois que l'on peut employer le déplacement d'un index de mercure, de réaliser des appareils à indications continues; j'ai eu l'occasion de construire sur le même principe un thermomètre différentiel de démonstration.

M. le Dr Adrien GUEBHARD

Licencié ès sciences mathématiques et physiques.

NOUVEAU PROCÉDÉ PHONÉIDOSCOPIQUE PAR LES ANNEAUX COLORÉS D'INTERFÉRENCE.

— Séance du 30 août 1879. —

Lorsqu'on décape avec soin le mercure très impur qui a servi, par exemple, à l'amalgamation des zincs de pile, on découvre une surface dont l'éclat est momentanément presque aussi grand et la mobilité toujours beaucoup moindre que celle du mercure chimiquement pur. Il suffit alors du souffle humide de l'haleine pour y développer, par la condensation de la vapeur en nappe mince, de magnifiques bandes colorées, dont les vives nuances, observées sur fond blanc, reproduisent

avec un éclat incomparable la série complémentaire des teintes de Newton, à la place même où l'on ne verrait, dans les conditions ordinaires, qu'une buée de fines gouttelettes aux tons d'argent mat, capable de donner tout au plus quelques *couronnes* de faible intensité.

Véritables courbes de niveaux, ayant pour cotes leurs couleurs ou leur rang, ces bandes colorées, disent en longueurs d'ondes lumineuses, les épaisseurs d'eau condensées, c'est-à-dire la distribution exacte des densités de vapeur dans la section plane instantanée de la colonne refroidie.

De là surgissent immédiatement mille applications possibles, mille dispositions expérimentales pour l'étude des mouvements d'ensemble ou de vibration des gaz humides. Qu'on fasse résonner au-dessus de la cuve à mercure une cloche sonore, préalablement saturée de vapeur d'eau chaude : l'on devra obtenir des figures nodales dont les aspects variés rappelleront les belles colorations de certaines lames cristallines dans la lumière divergente (1). Qu'on écrase brusquement sur le mercure la flamme non éclairante d'un brûleur, ou qu'après avoir établi le courant de gaz, sous forte pression, tangent à la surface, on l'allume et l'éteigne presque aussitôt : l'on dessinera en traits brillants la figure classique de la constitution des flammes ; un long espace central, absolument net de tout dépôt aqueux, figurant clairement la portion réductrice, tandis que, tout autour, de fines bandes colorées peignent la distribution des effets chimiques et calorifiques.

Mais c'est surtout pour l'étude des sons de la voix que se présente une utilisation directe du procédé. Naturellement saturés d'humidité, les courants aériens qui produisent le phénomène de la parole peuvent imprimer, en effet, sur le mercure des diagrammes caractéristiques, d'où l'on tire, sur leur constitution intérieure, des renseignements tout nouveaux. A première vue on remarque la diversité des figures obtenues pour les différentes voyelles, et la constance relative de ces mêmes figures, indépendamment du ton, pour chaque voyelle en particulier. On sera frappé de la prédominance, en général, de plusieurs centres ou noyaux de plus forte densité (fig. 43), et l'on rejettera immédiatement toute assimilation absolue de la voix aux vibrations longitudinales qui peuvent sortir, si complexes qu'on les suppose, d'un orifice unique d'instrument à vent. L'on se figurera plutôt le faisceau sonore de ces grands tuyaux d'orgue que le constructeur entoure de toute une *fourniture* de petits tuyaux harmoniques.

(1) Je dois dire cependant que quelques tentatives dans ce sens ne m'ont donné que de très belles figures circulaires sans lignes nodales bien caractérisées. Mais je ne doute pas qu'on ne puisse parvenir à triompher des difficultés d'ordre tout matériel qui provenaient surtout de la disproportion d'amplitude des cloches que j'avais à ma disposition et de leurs vibrations.

Pourquoi la nature ne réaliserait-elle pas à chaque instant, grâce à la mobilité de nos organes, une semblable division du courant principal en plusieurs courants collatéraux, pour jeter dans l'air, les unes à côté des autres, des vibrations peut-être difficiles à superposer directement?

Fig. 43.

Cela reviendrait à donner plusieurs goulots, au lieu d'un seul, à cette sorte de bouteille, à laquelle Helmholtz a si heureusement comparé la cavité buccale dans la formation de certaines voyelles. Et ne trouverait-on pas, dans cette indépendance de plusieurs tuyaux sur une même cavité, à la fois sonnante et soufflante, bien mieux que dans un simple effet de renforcement ou de superposition de sons, la raison de cette constance presque paradoxale du bruit propre de chaque voyelle, harmonique ou non de la note émise? Ne pourrait-on lever ainsi la difficulté réelle de concevoir que le résonnateur buccal, avec son élasticité, renforce un son qui n'est pas du tout compris, parfois, dans les vibrations de l'anche glottique, ou bien crée ce même son, avec une intensité suffisante pour imposer à l'émission vocale un timbre fixe, sans arrêter ou modifier du même coup les vibrations de l'anche, ainsi que cela se passerait avec un instrument ordinaire?

Ce qu'il y a de certain, à l'inspection de nos diagrammes, c'est qu'au moment de se propager dans le milieu ambiant, l'émission vocale ne présente pas seulement l'état vibratoire longitudinal d'une colonne cylindrique, tel que le peignent aux yeux les flammes manométriques de Kœnig, tel que l'enregistrent les phonographes de Scott ou d'Edison, tel que le recueillent et le restituent les courants téléphoniques, mais encore un état vibratoire perpendiculaire très complexe, conséquence forcée du manque d'homogénéité transversale des sections planes. Est-il juste de négliger, dans la question si délicate du timbre, cette composante, apparemment efficace, de l'onde qui porte à l'oreille, en une même voyelle, des sons parfois discordants?

Mais laissons de côté toute considération hypothétique : on aura toujours, sur la forme réelle du jet sonore, des renseignements immédiats et

précis que l'on demanderait en vain à l'étude même du canal vocal. Et, pour démontrer l'importance de ce genre d'observation, auquel M. le docteur Rosapelly a récemment appliqué les belles méthodes exploratrices de Marey, il suffit de rappeler l'expérience bien connue du tuyau à anche à qui l'on fait dire à volonté *a, o, ou, mmm*, sur un ton fixe, en inclinant sur le porte-vent évasé une feuille de carton ou simplement la main.

Dans la production des voyelles, ce ne sont point, comme on pourrait le croire, les derniers orifices, bouche et arcades dentaires, mais surtout la langue et le palais qui déterminent la forme du courant. Il est facile de s'en convaincre, soit en modifiant par un moyen quelconque l'ouverture des lèvres, soit en introduisant entre elles et les gencives des doubles de papier plié, de manière à supprimer complètement l'action des dents. On peut arriver, par exemple, avec un peu de peine, à prononcer très nettement les voyelles *au* et *ou* avec la bouche tendue en forme de fente longitudinale étroite, sans altérer pour cela d'une manière sensible la forme ovale ou circulaire des figures correspondantes, qui conservent toujours leur centre unique (fig. 44).

C'est qu'en effet le nombre des centres est un des éléments principaux de comparabilité, et l'on obtient, sur ce point, une constance presque surprenante, avec quelques précautions tout à fait simples.

Il faut émettre les voyelles sur un ton bien net, pendant deux ou trois secondes, selon l'état hygrométrique de la bouche et de l'air, mais sans effort, avec la disposition des organes la plus naturelle possible, à quoi l'on arrive facilement en s'y disposant un peu d'avance au moment de se pencher au-dessus du mercure. Il faut que l'émission soit assez forte ou la distance assez faible (3 à 4 centimètres environ) pour que le jet de vapeur n'ait pas le temps de se mettre en désaccord, en vertu de son élasticité de tension, avec le courant chaud qui lui sert de véhicule : autrement l'on retrouverait toujours, sans rien pouvoir inférer sur l'état de l'air lui-même, cette forme circulaire où tendent si vite, d'après les recherches de MM. Tresca et Bazin, les jets solides et liquides, et *a fortiori* gazeux.

Mais deux ou trois essais montreront mieux que toutes les recommandations les moyens d'obtenir de bons résultats, et l'on arrivera très vite à dresser un tableau d'ensemble des figures caractéristiques des voyelles, comme je l'ai fait dans la figure 44, sur la moyenne de plusieurs centaines d'expériences renouvelées dans les conditions les plus diverses, au laboratoire de physique de la Faculté de médecine de Paris.

Quoique le *ton* n'ait pas d'influence sensible, il est bon de noter que le tableau a été fait sur l'ut_2 d'un grand diapason de Kœnig, dont les forts battements indiquaient le voisinage de l'unisson. Pour mieux pré-

ciser encore, voici une série de mots: *dot, dos, doux — dais, dé, dis — de, deux, du,* (*ref.* Littré) — en allemand : *Schosz, Schoosz, Schuh — säen, See, sie — Schösse, Schösze, Schühchen* (*ref.* Kellner's Hdwtb.) dont la prononciation peut servir de type aux neuf sons-voyelles que Chladni rangeait déjà en trois familles naturelles à partir de l'A, le premier son qui s'échappe de la bouche de l'enfant, la première lettre que les peuples inscrivent dans leur alphabet (1).

C'est l'A aussi que nous voyons, avec sa figure compliquée, se placer

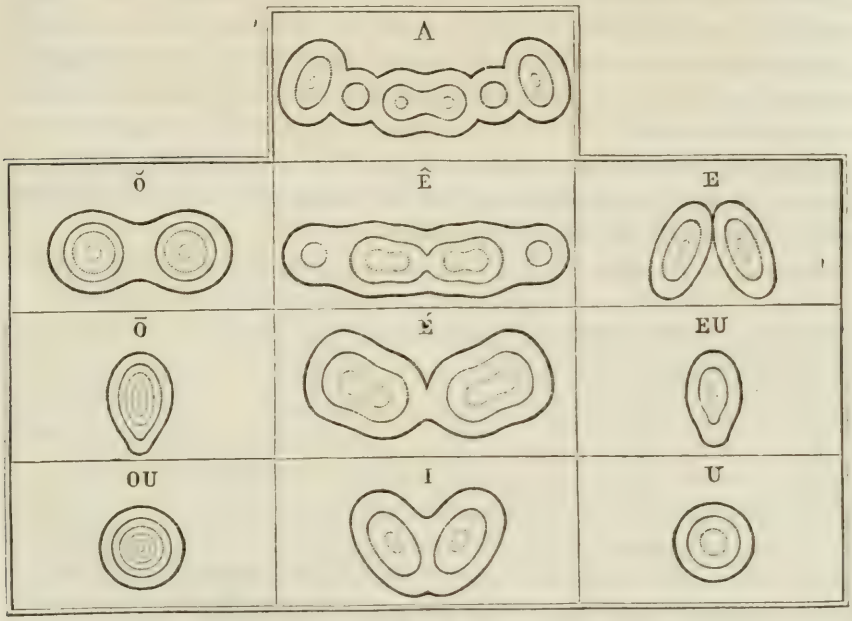


Fig. 44.

en tête et comme en dehors des autres. Cette multiplicité de centres, qui fait de la figure 43 l'une des plus curieuses, mais aussi des moins contantes, répond sans doute à la richesse d'inflexions de la voyelle, émise la bouche grande ouverte. « Le bruit propre de l'A est très complexe, » dit M. le professeur Gavarret dans son remarquable ouvrage sur les *Phénomènes physiques de la Phonation* : « son ton dominant est très difficile à saisir...» Ainsi en est-il de sa figure, qui donne réellement tous les intermédiaires entre l'*à* très ouvert, de *âme*, par exemple, et *é, e, o.*

L'*é*, au contraire, présente une grande fixité, si l'on a le soin de le prononcer bien ouvert. Puis, en passant à *é, i*, l'on retrouve presque

(1) F. Baudry, dans sa *Grammaire comparée* (t. I, p. 30), établit que « A est la voyelle fondamentale du sanscrit ». L. Meyer, dans sa *Vergleich. gramm.* (t. I, p. 96), va même jusqu'à supposer qu'originairement A était la voyelle unique.

autant de nuances qu'il y a, dans l'écriture, de signes variés : *è*, *et*, *ai*, *ez*, *î*, *y*, etc.

Dans les deux autres familles, à mesure que croît la simplicité, la constance devient tout à fait absolue. Le parallélisme qui saute aux yeux d'une colonne à l'autre du tableau justifie l'orthographe allemande qui ne distingue que par un tréma les sons de même forme (*o*, *ö*, *u*, *ü*) ; et lorsqu'on voit les cercles parfaits que donnent, sous l'influence prédominante de l'ouverture labiale, l'*ou* et l'*u*, comme feraient les notes pures du *sifflement*, on est forcé de reconnaître la connexité qui existe entre la composition de ces diagrammes et la complexité du son. L'on sait en effet, d'après Donders, qu'*ou* et *u* ont des bruits propres presque simples et donnent au phonautographe des courbes sinusoïdes très peu accidentées. Quant à l'*a* il ne paraît pas possible de le laisser dans la catégorie des voyelles à caractéristique unique d'Helmholtz, comme le prouverait déjà le nombre des diapasons qu'a dû combiner l'illustre physiologiste pour en effectuer la synthèse.

Les voyelles nasales (fig. 45) donnent sur le mercure des diagrammes

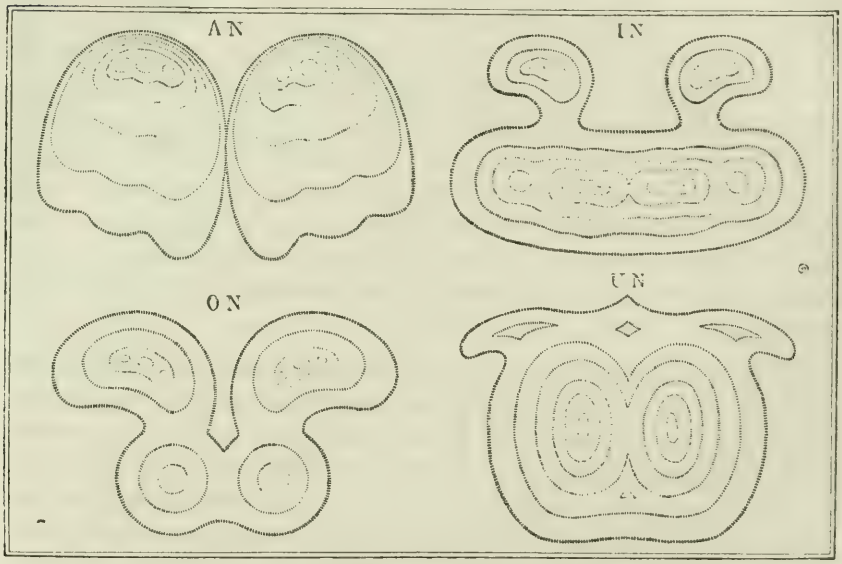


Fig. 45.

très curieux, par suite de la division médiane que produit le double courant des narines. Ce courant existe presque seul dans le son *an*, et montre, avec de fortes échappées vers le bas, les deux courbes réniformes symétriquement inclinées qu'on obtiendrait en soufflant simplement par le nez.

Au contraire, dans *un*, le courant nasal est très peu accentué, et il

faut prolonger l'émission pendant assez longtemps pour en trouver la trace, sous forme de deux fines oreillettes, au haut du double ovale de l'*e*, confondu en une seule courbe largement évasée en cœur : ce qu produit, comme ensemble, un effet tout à fait original. Si l'on empêche par un procédé quelconque le courant nasal de marquer sur le mercure, on trouve exactement la figure de l'*e* ou *eu* ouvert (comme dans *peur*) ce qui prouve que nos pères étaient plus près de la vérité physiologique en écrivant dans certains mots *eung*, — même avec un *g* — que nous, avec notre *un* simplifié. Et si jamais nous entendons un gamin de Paris se vanter qu'il a « *eun' belle voix,* » nous n'en rirons plus que comme d'un phénomène d'atavisme et non de tératologie linguistique, au lieu que nous suspecterons d'affinités étrangères le paysan qui dit « *in* » *chien.* »

La prononciation de *in* donne toujours, en effet, au dessous des deux taches nasales, de moyenne intensité, la figure complète de l'*é* : d'où l'on conclut que la véritable orthographe du son *in* se trouve certainement mieux dans le provençal *ren*, et dans les mots français *rien*, *rein* que dans *Rhin*, mais jamais dans les mots en *un*.

Enfin, *on* montre d'une manière très intéressante la simple superposition, à égale intensité, du courant nasal et du courant buccal en une figure divisée en croix, dont la partie inférieure reproduit très nettement la courbe de l'*ó* ouvert.

Quant aux consonnes, il en faut laisser l'étude aux procédés qui sont sensibles surtout aux vibrations longitudinales. Si indépendantes que soient des voyelles *pneumatiques*, elles sont encore trop exclusivement sous la sujétion des lèvres et des dents pour rien pouvoir donner de général. On constate les échappées en avant de l'*f*, les fusées multiples de l'*s*, le large courant du *ch*, le courant étroit du *th* anglais, la parenté de l'*r* roulé et de l'*r* grasseyé (R^2 et R^3 d'Helmholtz) avec le *ch* dur des Allemands... Mais alors même qu'on parviendrait, par un refroidissement convenable du mercure, à saisir ce qu'il y a d'instantané dans le bruit-consonne, on se trouverait toujours dominé par la figure de la voyelle, ou, tout au moins, par le double centre de l'*e* muet dont il est impossible de se défaire. C'est tout ce que l'on arrive à constater si l'on essaye encore de répéter plusieurs fois sur place la syllabe muette ; et l'on renoncera dès lors à demander à ce procédé des indications que donnent tout au plus d'excellents enregistreurs, comme le logographe de Barlow.

Il faut s'en tenir aux résultats généraux établis précédemment, et n'en attendre encore, en fait de comparabilité, ni plus ni moins que des autres procédés phonéidoscopiques. Variables, en effet, comme les phénomènes qu'ils représentent, tous doivent refléter ces mille nuances qui

font reconnaître une personne au son de sa voix, un mouvement d'humeur à une intonation, un pays, une province, à l'accent. L'avantage incontestable qui nous reste est de pénétrer directement, par une application en quelque sorte mathématique de la méthode des sections planes, dans l'intimité même du jet sonore, au lieu de nous en tenir à sa surface. Nous arrivons ainsi à la connaissance d'une composante transversale, trop négligée, dont l'action n'est peut-être pas étrangère au dédoublement des veines paraboliques de Savart, au déchirement en langues multiples des flammes larges du Dr Lecomte, et, surtout à la division en lignes nodales des plaques téléphoniques, inégalement attaquées par des centres multiples de percussion. En tous cas nous sommes loin des procédés purement figuratifs, comme les fumées et les flammes sensibles de Tyndall, ou les lamelles liquides de Sedley Taylor ; et, sans exagérer la portée de quelques-unes des hypothèses basées sur le nouveau mode d'observation ; sans espérer, non plus, une concordance que n'ont pu obtenir sur des points fondamentaux les plus illustres physiciens, il est permis de souhaiter que des recherches multipliées et comparatives puissent établir la juste valeur de la méthode, en ajoutant quelques éclaircissements à la question si complexe et si intéressante de la voix humaine.

M. R. ROIG-TORRES

Directeur de la *Cronica Cientifica*, F. R. A. S.

L'ARC VOLTAIQUE DANS LES LAMPES ÉLECTRIQUES A CHARBONS MOBILES.

(EXTRAIT)

— *Séance du 30 août 1879.* —

L'étude des lampes électriques m'a conduit à établir trois groupes bien caractéristiques entre lesdits appareils : 1er Lampes à incandescence ; 2me Lampes à arc voltaïque ; 3me Lampes mixtes. Dans ce dernier groupe, je mets les lampes dans lesquelles la lumière est produite à la fois par l'incandescence et l'arc voltaïque.

On sait ce qu'on doit entendre par l'expression *arc voltaïque*, et on sait aussi que, pour l'obtenir, il est nécessaire qu'il existe une certaine distance entre les deux électrodes, et comme dans les lampes Reynier et Werdermann, par exemple, il n'y a certainement qu'un *contact imparfait* entre les deux charbons, il faut admettre aussi qu'il existe une petite distance entre eux. Les expériences qu'on peut faire avec la lampe de M. Clamond et qui ont été décrites dans la *Cronica Cientifica*, de Barcelone, démontrent, à l'évidence, l'im rfection du contact, dans toutes les lampes à charbon mobile.

Ceux qui n'admettent pas l'existence de l'arc voltaïque dans les lampes Reynier, se fondent sur la faiblesse du courant qui peut faire fonctionner une d'elles, et sur l'espace insuffisant qui existerait pour pouvoir former la lumière voltaïque, ils disent que la réaction dynamique, due à la répulsion des éléments contigus d'un même courant, est faible, et par conséquent ne peut pas équilibrer le moteur de la dite lampe, oubliant que la charge qui travaille sur le crayon se réduit au poids du porte-charbon, augmentée d'une quantité très petite. De ceci, on déduit l'analogie évidente qui existe entre les effets de la lampe Reynier et une des expériences effectuées avec l'appareil de M. Clamond, analogie qui confirme la présence d'un petit espace entre les deux électrodes par l'effet de la répulsion, et par conséquent assure l'existence d'un arc voltaïque rudimentaire.

Je reconnais cependant que la réaction dynamique ou répulsion a une limite, passé laquelle ses effets, sans cesser de subsister, peuvent ne pas être vérifiés d'une manière si précise que dans les cas antérieurs. C'est ce qui se passe, par exemple, avec la lampe de Werdermann, dans laquelle la répulsion ne peut se démontrer par l'expérience, et nier l'existence de l'arc voltaïque, parce que le contre-poids est supérieur à la réaction dynamique, ou parce que cette action n'est pas bien manifeste, me paraît peu logique et très peu rationnel. Il est certain que, dans ces lampes, l'arc voltaïque se forme. Serait-il dû à l'action directe de la répulsion ou à une modification moléculaire produite par l'élévation de température? En tout cas, les expériences mentionnées sont concluantes et m'autorisent à admettre comme principe général que, *dans toutes les lampes à contact imparfait, ou à charbons mobiles, le phénomène de l'incandescence est compliqué d'un arc voltaïque.*

Sans entrer dans l'étude des propriétés de l'arc voltaïque, je peux rappeler le phénomène des transports réciproques qui ont lieu entre les deux pôles, fait visible en employant des électrodes de substances différentes.

On sait que le foyer voltaïque est formé par une vraie vapeur de charbon. Dans les lampes d'arc voltaïque, comme celles de Serrin, Rapieff, etc., on observe, non seulement dans l'espace *inter-electrodal*, mais aussi autour des charbons, une atmosphère de particules incandescentes en mouvement complet.

Cela établi, rappelons-nous que les lampes mixtes se différencient uniquement de celles d'arc voltaïque, parce que les deux électrodes sont en contact imparfait, ou encore plus, je veux supposer que les deux charbons soient réellement en contact. Rappelons aussi la disposition des lampes Reynier et Werdermann, l'objet primordial de la question, pour vérifier comment a lieu le dit contact. Dans les premières, l'électrode négatif est un disque de charbon sur lequel s'appuie la pointe fine du crayon, pôle positif; dans les secondes, l'électrode négatif est aussi un morceau cylindrique de charbon, contre lequel choque la petite barre de même substance terminée en pointe; de manière que ce seul *point de contact* entre les deux électrodes, peut très bien être comparé au *contact que présenterait une sphère et le sommet d'un cône*. On peut donc concevoir sans difficulté qu'autour et à partir du *point de contact*, il y a une distance entre les deux électrodes, distance qu'augmente encore plus loin de la projection du rayon de l'électrode plus mince.

On sait qu'une des conditions essentielles pour l'existence de l'arc voltaïque, est la distance entre les électrodes, et dans la disposition des lampes que je viens de citer, cette condition est manifeste. On observe, de plus, que dans les lampes à arc voltaïque, la projection des particules détachées des électrodes, a lieu dans tous les sens, c'est-à-dire n'est pas limitée à l'espace *inter-électrodal;* c'est précisément ce qui a lieu dans les lampes mixtes. Dans l'espace qui existe autour du *point du contact*, j'ai observé plusieurs fois une atmosphère lumineuse, j'ai vu certainement la vapeur du charbon, dont les particules sont incandescentes; et enfin, les phénomènes qui accompagnent la présence de l'arc voltaïque je les ai expérimentés avec les lampes de Reynier et de Werdermann, qui m'ont fourni dans toutes mes expériences, une vraie lumière voltaïque.

MM. DUBOSCQ, MERCADIER et CROVA

SÉANCE D'EXPÉRIENCES ET DE PRÉSENTATION D'APPAREILS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Duboscq montre à la section diverses expériences faites à l'aide de l'appareil à projection disposé de manière à projeter les phénomènes qui se passent dans un plan horizontal tels que les vibrations à la surface d'une nappe liquide, l'expérience d'Œrsted, les phénomènes du magnétisme de rotation. Il montre également des spectres de formes diverses donnant l'apparence du relief.

M. Mercadier montre ses expériences sur la mesure des amplitudes du mouvement vibratoire.

M. Crova montre des phénomènes d'interférences produits par les réseaux parallèles.

M. ROSSETTI

Professeur de physique à l'Université de Padoue.

COMPARAISON ENTRE LES INDICATIONS DONNÉES PAR LES THERMOMÈTRES A MERCURE ET A BOULE NOIRCIE PLACÉE DANS DIFFÉRENTES ENCEINTES, ET CELLES DONNÉES PAR MON THERMO-MULTIPLICATEUR.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Dans mes recherches sur la température du soleil et sur les tempéraures des extrémités polaires de charbons, au moment de la production

de la lumière électrique, et sur celle de l'arc voltaïque lui-même, je fis usage d'une pile thermo-électrique, et d'une boussole de Wiedermann, construites par Ruhmkorff. J'ai déjà donné la description de ces instruments et toutes les indications relatives à leur sensibilité, et à la méthode de s'en servir, pour déterminer la température de corps qui envoient leur rayonnement sur la pile au moyen de la déviation lue sur la boussole. Je rappelle ici que les températures se déduisent de la formule $Y = m\ T^2\ (T - \theta) - n\ (T - \theta)$, dans laquelle Y représente la lecture à la boussole, T la température *absolue* du corps chaud rayonnant, θ la température *absolue* de l'enceinte où est placée la pile thermo-électrique, m et n sont deux constantes qui, pour mes instruments, ont les valeurs

$$\log m = 1{,}2466088 - 10 \qquad \log n = 5{,}5254189 - 10$$

pourvu que la pile thermo-électrique soit placée à une distance de la surface rayonnante (ayant le pouvoir émissif maximum) 107,17 fois le diamètre de l'aire circulaire équivalente, en sorte que, vue de la pile, la surface circulaire rayonnante apparaît, comme le soleil vu de la terre, sous l'angle visuel de 32' 3",6. Je dois encore ajouter que dans les expériences faites avec des sources artificielles de chaleur, même avec le rayonnement de la lumière électrique, le courant produit parcourait un circuit dont la résistance totale était $R = 3{,}41$ Un. Siemens, étant $r = 1.522$ la résistance du fil de la boussole, $r_1 = 0{,}552$ la résistance des réophores, et $r_2 = 1.336$ la résistance de la pile elle-même. Mais dans les expériences faites sur le rayonnement du soleil pour maintenir les déviations entre les limites de l'échelle de la boussole, il a fallu introduire une résistance de 16 Un. Siemens, de sorte qu'on obtenait de déviations Y_1 plus petites que les déviations Y, que l'on aurait eues sans l'intermédiaire de la résistance supplémentaire dans le rapport

$$\frac{R}{R + 16} = \frac{3{,}41}{19{,}41} \text{ c'est-à-dire } Y = Y_1\ 5{,}692.$$

Il faut encore ajouter que maintenant la boussole est plus sensible qu'à l'époque à laquelle on a établi les valeurs m et n des constantes de la formule. On peut facilement calculer la valeur des déviations Y_1 qu'aurait données la boussole si on n'avait pas augmenté sa sensibilité par la relation $Y_1 = 0{,}933\ Y_0$, Y_0 indiquant la déviation qu'on observe actuellement.

Déjà, à l'époque de mes recherches sur la température du soleil, j'avais voulu comparer les indications de mon appareil thermo-électrique avec celles données par des thermomètres à mercure à boule

noircie exposée au rayonnement solaire. Mais il ne m'a pas été possible de me procurer des thermomètres adaptés pour ce genre de déterminations, quoique je me fusse adressé depuis longtemps à M. Geissler pour les avoir. Seulement, à la fin de décembre 1878, j'ai reçu de ce constructeur distingué deux thermomètres faits avec autant de soin que d'habileté. M. Geissler m'écrivait, en me les envoyant, que la construction de ces deux appareils lui avait coûté beaucoup de peine. Ces deux actinomètres construits par Geissler apparaissent égaux entre eux, mais la boule noircie d'un d'eux se trouve dans le vide, tandis que la boule noircie de l'autre est environnée d'air. Nous appelons le premier actinomètre *cum vacuo*, et actinomètre *sine vacuo* l'autre. Les deux thermomètres ont l'échelle divisée en cinquièmes de degré centigrade, et on peut facilement évaluer les dixièmes à l'œil nu, et le vingtième, et même une fraction plus petite, avec une lentille. Chaque boule dont le diamètre est de 10 millimètres, occupe le centre d'une enveveloppe sphérique en verre de 55 millimètres de diamètre. — Pour faire les observations sur le rayonnement du soleil, je plaçais chacun des deux actinomètres dans une boîte à double paroi de laiton, semblable à celle qui contenait la pile thermo-électrique. La boîte avait la forme d'un cylindre. Les deux bases (que l'on pouvait ôter pour introduire la boule de l'actinomètre dont la tige montait au-dessus du manteau de la boîte cylindrique) avaient au centre deux fenêtres circulaires qui devaient laisser libre aux rayons l'accès jusqu'à la boule et donner issue aux rayons qui, passant au côté de la boule, traversaient l'enveloppe de verre et pouvaient ainsi sortir par la fenêtre postérieure qui était plus grande que l'antérieure. Ces fenêtres pouvaient cependant se fermer par deux petits écrans à double paroi. Il y avait encore en avant de la boîte à un décimètre de distance de la face antérieure, un écran à double paroi, avec un trou circulaire de même diamètre que la fenêtre antérieure de la boîte. Ce trou restait ouvert si l'on voulait exposer la boule de l'actinomètre au rayonnement, et on le fermait lorsque l'on voulait arrêter la radiation. En ouvrant les trois fenêtres, c'est-à-dire le trou de l'écran et les deux fenêtres de la boîte, et en plaçant l'appareil dans la direction convenable, un faisceau de rayons de soleil le traversait, et la boule de l'actinomètre, arrêtant et absorbant les rayons qui tombaient sur elle, s'échauffait, et le mercure montait jusqu'au maximum qui pouvait être obtenu au moment de l'expérience. Si, en même temps que l'un de nos deux actinomètres était exposé à la radiation solaire, on plaçait l'autre à côté de lui et avec la même orientation, avec les deux fenêtres de la boîte ouvertes, mais avec le trou de l'écran antérieur fermé, il est évident que le second actinomètre donnait la température de l'ambiant dans lequel se trouvait le premier actinomètre ; et que la

différence entre les indications des deux actinomètres mesure l'échauffement produit par le rayonnement solaire dans les conditions spéciales de l'expérience. Par conséquent le nombre de degrés centigrades résultant peut être regardé comme équivalent à l'indication galvanométrique obtenue dans mon appareil thermo-électrique, pourvu que les observations soient simultanées. — J'ai pensé qu'il pourrait aussi être utile de faire des expériences comparatives avec deux thermomètres à boule noircie, mais sans l'enveloppe en verre qui protégeait les deux thermomètres de Geissler. Je fis construire deux boîtes cylindriques à double paroi métallique, semblables aux précédentes, seulement plus petites. Au milieu de l'axe de ces boîtes se trouvait placée la boule sphérique de chacun des deux thermomètres. Les deux boîtes sont accouplées de sorte que, si tous les trous sont ouverts, et l'appareil bien dirigé, deux faisceaux de rayons solaires traversent les deux boîtes, et tombent sur les deux boules noircies. Le diamètre de chaque boule est d'environ 12 millimètres.

Les observations ont été faites à plusieurs reprises, à commencer du mois de mars 1879. Elles m'ont prouvé que si l'on intercepte la radiation solaire en tenant fermé le trou de l'écran qui se trouve en avant de chaque boîte, et en ouvrant les deux fenêtres de chaque boîte, on avait la même indication pour la température de l'air ambiant dans les thermomètres de quatre appareils, pourvu que l'air fût tranquille : mais s'il y avait de l'agitation dans l'air, les deux thermomètres à boule non protégée oscillaient toujours plus ou moins en se conservant au-dessous de la température donnée par les deux thermomètres à boule protégée par l'enveloppe en verre. Il faut donc faire les expériences comparatives lorsque l'air est calme, si l'on veut faire usage de thermomètres à boule non protégée, quoique environnée par la double paroi de la boîte dont on laisse ouverte les deux fenêtres.

Mais si l'on fait des expériences simultanées avec les deux thermomètres à boule noircie sans enveloppe en verre, en laissant pénétrer les rayons du soleil à travers la boîte de l'un et en laissant fermé le trou de l'écran antérieur de l'autre, et en conservant toujours ouvertes les deux fenêtres de sa boîte, la différence entre les indications des deux thermomètres donnera l'effet thermique que le rayonnement de soleil peut exercer sur une boule noircie de thermomètre : car l'influence de l'ambiant est la même sur les deux thermomètres. Cependant les températures indiquées par les différents thermomètres exposés à la radiation solaire sont bien différentes. L'actinomètre *cum vacuo*, on le sait bien, indique une température beaucoup plus élevée, que celui à boule noircie sans enveloppe en verre ; l'actinomètre avec enveloppe en verre *sine vacuo* indique une température intermédiaire.

Parmi les nombreuses expériences que j'ai faites, j'en citerai seulement quelques-unes (1).

22 Mai.

Heure de l'observation.	Rayonnement solaire Actinomètre avec enveloppe. *Cum vacuo.*	*Sine vacuo.*	Sans enveloppe Boule noircie.	Sans rayonnement Thermomètre sans enveloppe à boule noircie
11 h. 1/2	42°,8	36°,8	34°,5	24°,4
11 3/4	43°,2	37°,2	34°,5	24°,6
12 (Midi)	43°,4	37°,3	35°,0	24°,8

Echauffement des trois actinomètres par la radiation solaire.

Heure.	*Cum vacuo.*	*Sine vacuo.*	Sans enveloppe.	Lecture à la boussole.
11 h. 1/2	18°, 4	12°, 4	10°, 1	214°, 0
11 3/4	18°, 6	12°, 6	9°, 9	215°, 3
12	18°, 6	12°, 5	10°, 2	217°, 0
Moyennes	18°,53	12°, 5	10°,07	215°, 5

Les observations à la boussole ont été faites en introduisant une résistance de 16 Un. Siemens. Avec la sensibilité première de la boussole, les indications auraient été $Y = 0.933.\ 215.5 = 201.5$. Donc 18°,53 centigrades qui indiquent l'échauffement du thermomètre *cum vacuo*, par l'effet du rayonnement du soleil sont équivalents à 201.5, divisions de ma boussole, lorsque dans le circuit on a introduit une résistance supplémentaire $R = 16$ U. S. Par conséquent 1 degré du thermomètre *cum vacuo* équivaut à 10.85 divisions de ma boussole avec 16 Un. S.

Dans les expériences faites les 31 avril, 20 juin, 4 et 28 juillet, on a trouvé les nombres 10.81 ; 10.77 ; 10.79 et comme moyenne générale de toutes les observations le nombre 10.79.

Pour le thermomètre *sine vacuo*, on a trouvé que 1 degré équivaut en moyenne à 15,957 divisions de la boussole avec la même résistance 16 U. S.

Pour le thermomètre à boule noircie *sans enveloppe en verre*, on a obtenu que 1 degré équivaut à 19.36 divisions de la boussole, la résistance supplémentaire étant toujours $R = 16$ Un. S.

Cherchons maintenant quel nombre de divisions de la boussole équivaut à 1 degré dans les trois cas, lorsqu'il n'y a pas de résistance supplémentaire. Il suffit de multiplier les trois nombres

10.79 15.97 et 19.36 par 5,692.

(1) Les expériences ont été faites sur la terrasse de l'Institut de physique de l'Université de Padoue.

Il résulte que 1 degré de l'actinomètre *cum vacuo* équivaut à 61.40, divisions de la boussole, si le circuit n'a aucune résistance supplémentaire. Dans les mêmes condititions 1 degré de l'actinomètre *sine vacuo* équivaut à 90 divisions de la boussole, et enfin 1 degré du thermomètre à boule *noircie sans enveloppe en verre* équivaut à 110.2 divisions de la boussole.

Nous pouvons calculer maintenant les valeurs des constantes m et n de la formule pour chacun de ces trois cas. Il suffit évidemment de diviser les valeurs de m et n, établies pour mon appareil thermo-électrique, par les trois nombres

61.40 90.9 et 110.2.

On a, en définitive, que la température absolue d'un corps chaud peut être obtenue, lorsque l'on connaît l'effet produit par rayonnement sur un actinomètre, par la formule

$$Y = m\ T^2\ (T - \theta) - n\ (T - \theta)$$

dans laquelle Y indique l'échauffement de l'actinomètre exprimé en degrés centigrades, et m et n ont les valeurs suivantes :

I. — *Actinomètre* cum vacuo.

Actinomètre à boule noircie placée au centre d'une enveloppe sphérique en verre dans laquelle on a fait le vide

$$\log m = 9{,}4583225 - 20$$
$$\log n = 3{,}7371326 - 10$$

II. — *Actinomètre* sine vacuo.

Thermomètre à boule noircie placée au centre d'une enveloppe sphérique en verre contenant de l'air

$$\log m = 9{,}2880390 - 20$$
$$\log n = 3{,}5668491 - 10$$

III. — *Thermomètre à boule noircie.*

$$\log m = 9{,}2044385 - 20$$
$$\log n = 3{,}4832486 - 10$$

Chacun de ces trois appareils doit être protégé par une boîte métallique à double paroi. Une boîte pareille doit aussi protéger contre le rayonnement extérieur, le thermomètre qui donne la température de l'ambiant.

Mon but était de donner aux physiciens la possibilité de contrôler ma formule. Maintenant tout le monde pourra en faire la preuve

et l'on se convaincra, j'espère, qu'elle représente très bien l'effet produit par le rayonnement thermique de corps et sert à déterminer leur température.

M. le Dr A. GUÉBHARD

Licencié ès sciences mathématiques et physiques.

OSMOSE DE L'ALCOOL A TRAVERS LA GUTTA-PERCHA.

— Séance du 3 septembre 1879. —

L'action osmotique de la gutta-percha sur l'alcool, fort différente de celle du caoutchouc, se rapproche, d'une manière générale, de celle de toutes les autres membranes, mais avec certaines particularités qui paraissent liées à des phénomèmes de dissolution partielle de la membrane dans le liquide.

J'ai étudié spécialement ces feuilles minces, à structure fibreuse, que l'industrie fournit sous le nom de baudruche de gutta-percha, et que l'on peut étirer encore dans les deux sens de plus grande et de moindre résistance, jusqu'à leur donner une transparence presque homogène.

Outre les précautions en usage pour vérifier la parfaite continuité des membranes, je me suis proposé de donner aux expériences leur plus grand degré de comparabilité, en éliminant :

1° Par l'usage de réservoirs sphériques à ouverture *verticale*, toute action due aux différences de situations respectives ou d'inégales densités des deux liquides ;

2° Par l'emploi de tubes *horizontaux* pour mesurer les augmentations de volumes, l'influence des changements de pression de la colonne, ou de tension de la membrane;

3° Enfin, par l'adjonction, à chaque osmomètre, d'un réservoir thermométrique de même forme et de même capacité, toute complication dans la correction des températures.

Les expériences que j'ai répétées, dans ces conditions, pendant plusieurs semaines, au laboratoire de Physique de la Faculté de Médecine de Paris, ne m'ont pas donné des résultats absolument concordants, et j'ai dû malheureusement les interrompre au moment où j'allais installer des observations électroscopiques pour me rendre compte de certains chan-

gements brusques constatés parfois dans le signe de l'osmose, sans aucune raison apparente. Je puis donner néanmoins, avec une certitude suffisante, les résultats généraux, qui ont été presque toujours contrôlés en partie double, c'est-à-dire en renversant la disposition des appareils.

D'une manière générale, donc, l'alcool étant en dedans, la courbe des accroissements de volume, *rapportés à l'unité de surface osmotique*, commence par être descendante pendant un temps assez court, qui correspond à un fort dégagement de bulles gazeuses adhérentes sur les deux faces de la membrane. Mais bientôt l'ascension se prononce, presque en ligne droite, et se continue plus ou moins rapide, selon le titre alcoolique, puis la courbe change de sens au bout de quelques jours, et décroît lentement à partir d'un certain maximum, évidemment déterminé par la dissolution de la gutta dans l'alcool. C'est ainsi que de deux osmomètres contenant l'un 7 centimètres cubes, l'autre 180 d'alcool à 92°, avec des membranes de 1 et de 3 centimètres de diamètre, le premier atteignit son maximum au bout de quinze heures, le second au bout de six jours seulement, après avoir marché tous deux parallèlement avec une vitesse de 27 millimètres cubes par heure et par centimètre carré de surface active. Un troisième, contenant 26 centimètres cubes d'alcool à 72°, avec une membrane de 3 centimètres de diamètre, était encore loin de son maximum aprés cinq jours de marche avec une ascension continue de 6 millimètres cubes par heure et par centimètre carré. Un autre enfin, contenant 225 centimètres cubes d'alcool dilué à 10°, avec une membrane de 6 centimètres de diamètre, avait encore, au bout de neuf jours, une vitesse sensiblement constante 1/5 par heure.

Si l'on étudie le phénomène osmotique, non plus dans ses résultats d'ensemble, mais, pour ainsi dire, dans son mécanisme intime, on arrive très facilement, en profitant de certains jeux de lumière et de grossissement que donnent les récipients cylindriques pleins d'eau distillée, à *voir* le courant exosmotique, surtout pendant les premiers jours, alors même que l'endosmose est le plus prononcée. Ainsi se trouve tranchée, d'une manière irrécusable, une question qui, à la vérité, n'en est plus une aujourd'hui, celle de l'existence du double courant. Par contre, on est un peu surpris de ne point trouver à ce flux exosmotique le caractère de continuité dans l'espace et dans le temps que semblerait impliquer le jeu des forces moléculaires au contact, mais, au contraire, un aspect d'intermittence explosive et de localisation par points, tel que pourrait le produire un antagonisme alternatif, un balancement régulier de forces immédiatement opposées, et de même ordre de grandeur.

Ce n'est, en effet, ni la bavure lente des phénomènes de l'imbibition, ni le suintement continu des écoulements capillaires, mais une sorte de

projection rhythmique, avec détente, de véritables jets filiformes (1) à travers une multitude d'orifices, alors même que la membrane, préalablement essayée sous fortes pressions de gaz ou de liquide, ne présentait aucune solution de continuité. Ces jets, très fins, mais parfaitement visibles dans le milieu aqueux par suite de leur plus forte réfringence (2), s'élancent parfois normalement jusqu'à 12 ou 13 millimètres de la membrane verticale, puis, emportés par leur moindre densité, gagnent la surface de l'eau en formant des chapelets d'anneaux horizontaux, qui s'élèvent en se dédoublant ou se pénétrant les uns les autres, autour d'un axe vertical extrêmement fin. C'est ce que l'on constate en regardant de haut en bas; mais, en raccourci transversal, il semble voir une série de volutes, ou si l'on veut, de champignons superposés; apparence analogue à celle qu'a observée, mais avec beaucoup moins de netteté et à l'état statique seulement, le professeur Tito Martini, de Venise, dans l'épanouissement de veines teintées aux couleurs d'aniline (V. *la Nature*, 1er sem. 1877, p. 340). En réalité, ce que l'on observe n'est que la projection verticale, par transparence, d'une série de tores horizontaux produits par la décomposition, très nette et très constante en pareille circonstance (3), des diverses forces en jeu, suivant trois axes rectangulaires. La forte réfrigence de l'alcool donne lieu, de part et d'autre de l'axe, à deux points lumineux, qui figurent assez bien les volutes d'un chapiteau ionique, tandis que la superposition de plusieurs anneaux de diamètres décroissants, peut donner, grâce à la diffusion de la couleur d'aniline, l'aspect de chapeaux chinois ou de parasols qu'a figuré le professeur italien.

Je n'insisterai pas sur d'autres particularités qui ne se rattachent

(1) Je trouve après coup, dans *les Comptes Rendus* de 1841 (t. XII, p. 672), une observation analogue de l'illustre Dutrochet, qui s'en faisait un argument pour établir l'existence de cette force *diluo-électrique*, par laquelle il voulait expliquer les mouvements saccadés de certaines substances volatiles au contact des liquides La description est trop parfaite, et la conclusion trop curieuse,— perdues au milieu de faits d'ordre différent, — pour ne pas mériter d'être résumées ici : « J'ai vu souvent, dit Dutrochet, longtemps après l'établissement du repos entre deux couches superposées d'eau et d'alcool, un ou deux jets d'alcool se précipiter tout à coup, comme des fusées descendantes rapides, dans l'intérieur de l'eau, et après avoir épuisé leur force de projection. remonter en vertu de leur pesanteur spécifique, et rejoindre la masse supérieure de l'alcool, de laquelle ces jets avaient été détachés pour être lancés avec impétuosité de haut en bas, et contre les lois de l'hydrostatique, par une *force saccadée intermittente*, laquelle semblait ainsi avoir opéré une décharge après s'être accumulée pendant un instant d'intermitence d'action.... J'ai quelque raison de penser que cette force est celle à laquelle est due l'endosmose. »

(2) On les voit même parfois se solidifier pour ainsi dire, et former sur la membrane comme un chevelu de moisissure par suite de l'entraînement et de la coagulation consécutive d'une faible proportion de gutta. A l'intérieur des réservoirs, la production de ces sortes de *tractus* opalins est constante, et on les voit former, à partir de la membrane, des nuages parfaitement horizontaux de fines hachures bleuâtres en suspension dans le liquide transparent.

(3) En attendant une étude spéciale sur ce sujet, plusieurs expériences m'ont fait voir d'une manière très nette que c'est là la forme commune d'ascension ou de descente des veines très minces d'un liquide dans un autre, en tant, du moins, qu'il est impossible de supprimer absolument toutes les trépidations du dehors. On peut rapprocher ce fait de celui qu'a signalé M. de Romilly (*Journal de physique*, VI, 183), relativement aux jets d'air lancés dans l'eau.

qu'indirectement au phénomène de l'osmose; mais je crois devoir signaler encore un petit fait d'observation qui en constitue comme la pélorie, et peut présenter à ce titre quelque intérêt. Plusieurs fois j'ai vu se former, dans l'épaisseur même de mes fines membranes, de véritables vésicules plus ou moins saillantes et plus ou moins régulières, qui disparaissaient lorsque je laissais l'appareil pendant quelques heures à l'air, puis se reformaient assez rapidement au contact des deux liquides, indiquant une différence accidentelle entre les deux courants d'entrée et de sortie, arrêtés entre les deux feuillets dédoublés d'une cavité intermembraneuse. Sans vouloir baser sur une simple similitude d'apparences une comparaison physiologique avec les phlyctènes de la peau humaine, ni donner à ce fait, comme simulation biologique, l'importance de la cellule artificielle de M. Traube, il me semble qu'il peut jeter un jour nouveau sur le mécanisme intime de l'osmose, et que, rapproché de ce caractère pulsatif et intermittent sur lequel j'ai insisté, il pourra fournir peut-être une base certaine d'observation à la théorie capillaire de l'osmose dynamique.

M. CROVA

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

MESURE SPECTO-PHOTOMÉTRIQUE DE LA TEMPÉRATURE DES FLAMMES (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Crova fait connaître le procès spectrophotométrique qu'il emploie pour mesurer la température des flammes. — Il compare les intensités des radiations de même nature d'une flamme de la lampe modérateur et d'une autre source de lumière, et par la comparaison des intensités des différentes régions du spectre il arrive à établir le rapport entre les températures des deux sources comparées. — M. Crova a déduit de ces recherches que la flamme d'une bougie est assez élevée pour fondre le platine et indique l'expérience par laquelle on peut constater la formation sur un fil de platine au 1/30 de mm. de globules de métal fondu, quand ce fil est placé dans la flamme d'une bougie. Le procédé consiste à observer le fil au moyen d'un microscope polarisant.

(1) Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*

MM. MOITESSIER et R. ENGEL

Professeurs à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LES LOIS DE DISSOCIATION (1).

(EXTRAIT).

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

« Des expériences faites sur l'hydrate de chloral, nous sommes amenés à tirer les conclusions suivantes, que nous contrôlerons par l'étude d'autres composés dissociables :

» 1° La dissociation d'un corps dont les deux composants sont volatils a lieu alors même que l'on met ce corps en présence de l'un des produits de la dissociation, tant que la tension de ce produit ne dépasse pas la tension de dissociation du corps à la température où l'on opère.

» 2° Lorsque la tension d'un corps des composants est supérieure à la tension de dissociation du composé, la dissociation n'a plus lieu. Deux cas peuvent se présenter alors : ou le composé dissociable est volatil, et, dans ce cas, on peut déterminer la véritable densité de vapeur, comme l'a fait M. Wurtz pour le perchlorure de phosphore, ou bien le corps qui se dissocie n'est pas volatil. Tel est le cas de l'hydrate de chloral à la température de 60 degrés.

» 3° Lorsque deux produits gazeux donnent par leur combinaison un composé dissociable, la combinaison n'a lieu que lorsque la somme des tensions des composants est supérieure à la tension de dissociation du composé, quelle que soit d'ailleurs la tension propre à chacun d'eux.

» 4° On pourra démontrer, dans un grand nombre de cas, la dissociation d'un composé en le chauffant à une température donnée, en présence d'un des produits de sa décomposition, à une tension supérieure à la tension de dissociation. »

M. A. CORNU

Membre de l'Institut, Professeur à l'École polytechnique.

SUR L'ABSORPTION DES RADIATIONS ULTRAVIOLETTES DES SPECTRES SOLAIRES (2).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Cornu, après avoir projeté des photographies de spectres solaires obtenues dans différentes circonstances, expose ses recherches sur l'absorption des

(1) Voir la note publiée dans *les Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 28 avril 1879.
(2) Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*

radiations ultraviolettes du spectre solaire par l'atmosphère terrestre. Pour vérifier cette absorption, M. Cornu a employé un spectroscope à objectif achromatique formé de spath fluor et de quartz d'où émergeait un faisceau lumineux qui passait à travers un tube de 4 mètres de long. — Le tube étant vide, on obtenait les raies les plus réfrangibles; si le tube était rempli d'air, ces mêmes raies disparaissaient. — M. Cornu insiste sur les différences qui existent entre les spectres d'un même corps et les conditions dans lesquelles le corps se trouve placé. Il fait voir quelle difficulté s'attache à la mesure des températures.

DISCUSSION

M. Crova insiste sur la nécessité d'étudier les lois d'absorption pour de hautes températures, mais fait ressortir les difficultés que présente le problème. Le sel gemme devient opaque à ces températures.

M. Rossetti ajoute quelques observations et fait remarquer les difficultés que l'on rencontre dans la détermination de la température du soleil.

M. Cornu fait observer que M. Rossetti a été le premier physicien qui se soit préoccupé de tenir compte de la recherche de la loi d'absorption pour différentes épaisseurs.

M. R. ROIG-TORRES

Directeur de la *Cronica Cientifica*, F. R. A. S.

PETITE MODIFICATION DANS LE TÉLÉPHONE ET DANS LE PHONOGRAPHE INSCRIPTION MÉCANIQUE DE LA PAROLE

(EXTRAIT)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Téléphone. — Dans le but d'augmenter les effets que produit la plaque vibratoire dans le téléphone, j'ai disposé la membrane de façon qu'elle puisse vibrer plus facilement. Dans mon système, la membrane n'a aucun point de contact avec la caisse téléphonique; elle est simplement soutenue à son centre, par un mince fil de fer enroulé en spirale. Ce fil de fer attaché légèrement à la membrane par la face qui regarde la barre aimantée, est assujetti à l'autre extrémité à l'enveloppe du téléphone. Au moindre effort de la voix la membrane vibre en transmettant avec beaucoup de clarté toutes les paroles, même celles qui étant prononcées très bas, ne seraient pas entendues dans quelques-uns des téléphones ordinaires.

Phonographe. — Pour le phonographe, je dispose la plaque de la même manière, et alors elle présente une grande mobilité et le style grave, à la moindre impulsion, les vibrations de membrane produites par la voix....

Écriture phonographique. — Entre le ressort et le style je place une légère pièce métallique située dans un plan perpendiculaire à l'axe dudit style. A cette petite pièce qui fait l'office de porte-objet, j'ajoute une très légère verge de plume d'oiseau, ou à son défaut, un fil métallique terminé par une pointe mince. Cette petite verge constitue le style inscripteur de la parole. — Dans la partie gauche du phonographe je dispose un cylindre avec mouvement d'horlogerie, couvert par des bandes de papier lustré, ou de pâte de porcelaine, noircies avec le noir de fumée. Ces bandes, mises les unes à côté des autres, présentent chacune la largeur d'un centimètre. — Le cylindre se meut de droite à gauche et peut aussi se mouvoir dans la direction de son axe, pour disposer qu'une des bandes de papier soit impressionnée par le style inscripteur. Le mouvement du cylindre additionnel est indépendant du mouvement du cylindre du phonographe, et l'on peut comme pour celui-ci, augmenter ou diminuer sa vitesse de rotation.... On comprend bien de quelle manière fonctionne l'appareil. Pendant que le style grave la parole sur la feuille d'étain dans le premier cylindre, le style inscripteur fixé au même axe que le promier et animé comme celui-là du même mouvement, fournit des traces sur la bande noircie du cylindre additionnel, vérifiant aussi à sa manière l'inscription de la parole. La petite couche de noir de fumée déposée sur le ruban de papier, permet d'indiquer les vibrations par le simple contact du style inscripteur. Les vibrations de ce style peuvent être amplifiées par les moyens ordinaires.

Dans les expériences que j'ai faites avec les voyelles, j'ai observé deux groupes qui sont reconnus immédiatement par la différence de leurs plis ou de leur courbe. Les voyelles *a*, *o*, *u*, diffèrent des *e*, *i*, par la plus grande distinction de la ligne blanche que le style inscripteur a produite, les voyelles étant toutes prononcées avec la même intensité. Après quelques essais, et avec l'aide du microscope, je suis arrivé à distinguer en toute sûreté chacune des cinq voyelles. Dans l'étude des consonnes j'ai moins avancé, parce que je n'ai pu y employer tout le temps nécessaire. Cependant j'ai distingué quelques-unes sans beaucoup d'efforts comme par exemple le *l*, *y*, *r*, *h*, *j*, *x*, *z*,, etc. Pour les consonnes auxquelles comme dans la langue espagnole on doit ajouter une voyelle, pour les prononcer comme par exemple : *be*, *ce*, *de*, *ge*, *et*, etc., les traces se confondaient assez avec les plis de la voyelle qui les accompagnait. Quant aux paroles entières, j'en ai reconnu quelques-unes, après avoir étudié le signe particulier que chacune marquait sur le papier. On comprend bien que la plupart d'elles présentent une trace spéciale, et que pour les déchiffrer il faut avoir toujours à la mémoire le dessin que chacune des paroles présente ce que je considère comme impossible ; la netteté des traces est dans certaines limites en relation inverse de l'intensité du son. Je crois que, pour pouvoir tirer quelque profit de ces études, c'est-à-dire, pour que ces petits plis avec ou sans l'aide du microscope, constituent un vrai système compréhensible d'écriture, il est nécessaire d'étudier en premier lieu très bien, les traces des éléments des paroles, en commençant par les sons simples, syllabes, etc.

J'ai fait quelques-unes de mes expériences avec mon phonographe ins-

cripteur, d'autres au moyen du phonographe ordinaire. Si l'on voulait arriver à déchiffrer l'écriture gravée sur les feuilles d'étain du phonographe, je crois qu'il serait nécessaire d'avoir plus d'un aide pour l'obtenir, et cette idée m'a conduit à relier au phonographe primitif l'appareil inscripteur que je viens de décrire; de cette façon nous avons un puissant élément pour déchiffrer le nouveau système d'écriture.

Avec le phonographe j'ai fait d'autres expériences afin de produire des sons artificiellement, me proposant d'imiter les traces que laisse le style. Jusqu'à présent je ne puis annoncer avec sûreté aucun résultat positif.

M. G. CHAPERON

Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique, à Libourne.

NOUVELLE MACHINE MAGNÉTO OU DYNAMO-ÉLECTRIQUE

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

Ce nouveau type de générateur d'électricité se rapproche, dans son ensemble, de la machine de Page; une modification assez importante y a cependant été apportée dans le double but d'en augmenter la force électro-motrice et de rendre plus aisée la substitution d'électro-aimants aux aimants permanents.

Sous sa forme la plus simple, l'appareil comprend deux bobines induites BB dont les noyaux de fer doux sont reliés par des armatures plates aux extrémités polaires d'un aimant en fer à cheval MN de telle façon que les sections des noyaux apparaissent aux deux bouts des bobines.

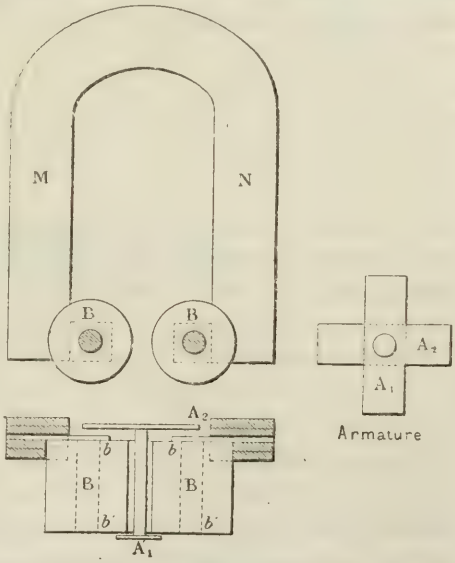


Fig 46.

Devant ces sections tournent deux armatures A_1 A_2 calées à angle droit sur le même axe, l'armature A_1 se comporte exactement comme celle de la machine de Page : elle produit une surexcitation magnétique des noyaux lorsqu'elle vient à passer devant leurs extrémités. —

L'armature A_2 donne au contraire un effet de désaimantation, et comme elle est calée à 90° de la première, les effets d'induction des deux armatures s'ajoutent et les courants qu'elles causent peuvent être recueillis sans compliquer le commutateur.

(La désaimantation causée par l'armature A_2 est un phénomène connu; elle provient de ce que les solénoïdes élémentaires que l'on peut substituer à l'aimant inducteur sont *fermés* par l'adjonction de cette armature et par conséquent n'ont plus d'action intérieure. Dans la pratique, il y a, bien entendu, seulement une diminution d'aimantation.)

D'après les mesures effectuées, le fonctionnement de cette deuxième armature, prise isolément, paraît donner une force électro-motrice égale au 1/4 de celle que fournit la première A_1. — On obtient également une augmentation correspondante de force électro-motrice en employant simultanément les deux armatures au lieu de la première seule, et cela sans compliquer en rien les renversements des courants et le commutateur.

En outre des propriétés ci-dessus énoncées, il est évident que ces deux appareils, comme tous ceux qu'on pourrait baser sur le même principe, présentent l'avantage, assez grand dans la pratique, de laisser immobile le fil induit, ce qui évite toute détérioration de ce fil et permet, dans le cas ou l'on se sert des courants alternatifs, de le fractionner en autant de circuits différents qu'on le désire.

M. E. PRÉAUBERT

Professeur de physique au Collège de Beauvais.

OBSERVATIONS SUR L'ÉLECTRICITÉ DE LA PLUIE

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

Il n'y a pas lieu de s'étonner de voir la pluie, ou à sa place la grêle et la neige, toujours chargées d'une certaine quantité d'électricité. Elles se détachent en effet de nuages qui sont les grands réceptacles des fluides atmosphériques, et dont elles emportent quelques traces.

C'est sur cette électricité entraînée par ces météores qu'ont porté mes observations.

Je me suis servi à cet effet d'un dispositif composé d'un collecteur, et d'un électroscope condensateur, réunis par un fil isolé.

Le collecteur est constitué par une sorte de parapluie en tôle de laiton d'environ $0^m,30$ d'envergure, portée par une tige de verre isolante et isolée. Cette dernière précaution est indispensable, le verre devenant conducteur par les temps humides. A cet effet ce support n'est autre qu'un isoloir du système de M. Mascart. L'avidité de l'acide sulfurique pour l'eau dessèche complètement la partie de la tige qui en émerge et assure ses propriétés isolantes.

Cet isoloir doit être fréquemment visité à cause de l'obstination fâcheuse des araignées à y chercher un refuge ou un point d'appui pour leurs toiles. Or les fils d'araignées, qui sont à peu près isolants par les temps secs, deviennent conducteurs par les temps humides, et d'autant plus que l'air est plus près de son point de saturation ; ce qui est par là même très préjudiciable aux observations de pluie. Il faut donc détruire ces toiles à l'aide des barbes d'une plume un peu ferme. Avec cette précaution l'isolement se conserve indéfiniment et sans altération même dans les conditions atmosphériques les plus défavorables.

Lorsque la pluie vient à rencontrer la feuille métallique du collecteur, elle partage avec lui, avant de glisser sur le sol, l'électricité dont elle est chargée. Cette électricité s'en va se condenser dans l'appareil récepteur.

Des précautions particulières ont été prises dans l'installation du collecteur afin d'éviter tout apport d'électricité étranger à la cause qui nous occupe. A cet effet il a été placé dans un jardin, à une faible distance du sol, au milieu d'une végétation d'arbustes, dans un emplacement entouré d'édifices et de murs élevés. Cette situation a pour but de briser le vent et de permettre à la pluie de tomber plus normalement sur l'appareil.

Le fil conducteur, après avoir traversé une fenêtre par l'échancrure d'un carreau, afin d'éviter tout contact, vient prendre un point d'appui sur un second isoloir et peut être mis en rapport par son extrémité libre, à l'aide d'un intermédiaire isolant (bâton de verre), avec le plateau inférieur d'un électroscope condensateur. Le plateau supérieur du condensateur communiquant d'une façon permanente avec le sol, il résulte que tout le fluide reçu par le collecteur viendra s'accumuler sur le plateau inférieur. Pour mettre en évidence l'électricité condensée, il suffit de détacher avec le corps isolant le fil conjonctif et de soulever le plateau supérieur, l'électricité devenue libre se répand sur les feuilles d'or et les fait diverger. Pour en reconnaître le signe je me suis servi d'un bâton d'ébonite frotté avec de la peau de chat et qui se charge alors négativement.

J'ai en outre institué un dispositif destiné à donner en même temps le signe de l'électricité atmosphérique. A cet effet un mince jet d'eau,

commandé de l'intérieur du laboratoire par un tuyau avec robinet, s'élève à une certaine hauteur au-dessus du collecteur, de façon que les gouttelettes qui s'en détachent retombent dessus. Le jet est mis en communication permanente avec le sol. On sait que dans ces conditions la veine liquide, jusqu'au point où elle se rompt, se comporte comme la tige d'un paratonnerre, et que les gouttelettes d'eau dans lesquelles elle se résout se trouvent chargées à un potentiel égal en valeur absolue et de sens contraire à celui de la couche d'air où avait lieu la rupture. Il suffisait donc de prendre en signe contraire les indications de l'électroscope.

Les observations que j'ai réunies présentent nécessairement de nombreuses lacunes tenant à la nature même du phénomène, l'irrégularité dans l'époque de son apparition et dans sa durée. L'utilité d'un appareil enregistreur n'est pas à démontrer dans le cas actuel. Néanmoins il m'a paru s'en dégager les faits généraux suivants, qu'il me reste à exposer :

1° La pluie est constamment électrisée, le signe et la quantité de fluide étant du reste très variables. Parfois cependant il y a arrêt momentané dans les manifestations électriques. C'est alors toujours l'indice d'un changement de signe ; c'est qu'alors la pluie s'échappe de la ligne neutre du nuage qui est séparé ainsi en deux régions de signes contraires.

2° Le signe de la pluie semble être constamment d'accord avec le signe de l'électricité atmosphérique. La raison de ce fait doit être attribuée à l'action prépondérante, à cause de sa faible distance au sol, de la masse électrique véhiculée par les gouttelettes d'eau, et qui impressionne les instruments à électricité atmosphérique de la même façon que le collecteur de mon appareil.

3° Les variations de signes et la quantité de fluide entraîné sont dans un rapport manifeste avec l'intensité des perturbations atmosphériques.

Il y a tout d'abord à distinguer le cas où l'atmosphère est calme, la pluie douce, à grains fins, uniforme. On constate alors une remarquable permanence du signe positif. Il semble que dans ce cas, sans doute à cause de la conductibilité momentanée des couches supérieures, l'électricité positive des hautes régions s'écoule directement jusqu'au sol par l'intermédiaire de la pluie.

Lorsqu'au contraire l'atmosphère est agitée, les nuages discontinus, la pluie irrégulière, il y a de fréquents changements de signes. Cette fréquence, de même que la quantité de fluide entraîné, sont dans une certaine mesure proportionnelles à l'intensité de la perturbation atmosphérique.

On remarque de plus une prédominance du fluide négatif dans les averses violentes à larges gouttes, et du fluide positif dans les pluies fines.

Dans les bourrasques et les orages les phénomènes précédents atteignent leur maximum d'intensité. En voici quelques exemples :

Le 4 juillet, à deux heures de l'après-midi, s'élève un coup de vent violent avec pluie pendant cinq minutes ; pendant ce court espace de temps il y a eu trois renversements du signe électrique de la pluie.

Le 9 juillet, même perturbation atmosphérique avec pluie tourbillonnante pendant vingt minutes, de 11 heures 5 minutes à 11 heures 25 minutes. Le signe électrique de la pluie change six fois dans cet intervalle, et les quantités de fluide entraîné sont énormes.

Il serait facile de multiplier ces exemples. Comme la pluie nous vient en ligne directe des nuages, elle nous donne par cela même des indications précieuses sur leur distribution électrique. Nous voyons alors par là combien est profonde la perturbation de leur équilibre électrique par ces temps de troubles atmosphériques. Et nous avons là l'origine de ces grandes commotions électriques parfois si violentes que manifestent les orages.

Je n'ai pas eu la chance d'observer de chute de grêle ; et quant à la neige, par suite d'un accident, je n'ai pu me livrer à une étude suivie sur ces météores. Toutefois j'ai constaté que, comme la pluie, elle entraînait des quantités variables d'électricité.

La conclusion générale à déduire de ces observations est que les manifestations électriques de la pluie suivent exactement et simultanément les mêmes lois que les manifestations électriques de l'air au même moment. On retrouve les mêmes lois qui ont été formulées par divers physiciens et en particulier par le savant directeur de l'observatoire du Vésuve, M. Palmieri. J'ai indiqué plus haut la raison qu'il fallait, selon moi, donner à cette coïncidence.

Quel rôle peut bien jouer dans la nature cet entraînement de l'électricité des hautes régions? Il me paraît assez difficile à définir. Peut-être faut-il lui attribuer la diminution assez fréquente et parfois même la disparition complète d'un conflit électrique dans les orages, coïncidant avec la chute d'une pluie abondante.

M. DUFOUR

Professeur à l'Académie de Lausanne.

SUR LE PASSAGE DE L'AIR SEC ET DE L'AIR HUMIDE A TRAVERS LES PLAQUES POREUSES

— *Séance du 4 septembre 1879* —

M. A. CORNU

Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique.

SUR LES SPECTRES DE L'ALUMINIUM ET DU ZINC

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 4 septembre 1879.*

M. Cornu montre un cliché photographique reproduisant les spectres de l'aluminium et du zinc. — Il communique le résultat d'un travail sur le spectre ultraviolet de l'aluminium obtenu au moyen de l'étincelle d'induction et fait voir qu'en augmentant les condensateurs on arrive à décomposer les raies en un très grand nombre.

M. Cornu expose également la méthode qu'il a employée pour mesurer les longueurs d'onde.

M. MERCADIER

Ingénieur des télégraphes, Répétiteur à l'École Polytechnique.

RECHERCHES SUR LA PILE DE BUNSEN

— *Séance du 4 septembre 1879* —

M. GARIEL

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

APPAREILS ET EXPÉRIENCES POUR LES DÉMONSTRATIONS D'OPTIQUE ÉLÉMENTAIRES

— Séance du 4 septembre 1879.

I

Nous avons indiqué dans une précédente communication quelques appareils qu'il nous paraissait intéressant d'introduire dans les cours élémentaires pour la démonstration et l'explication des lois de l'optique géométrique (1). Nous avons eu depuis cette époque l'occasion d'étudier à nouveau et de simplifier la construction de ces appareils schématiques, ce qui nous a permis d'étendre leur emploi.

Dans la figure 47 qui reproduit la construction du rayon émergent

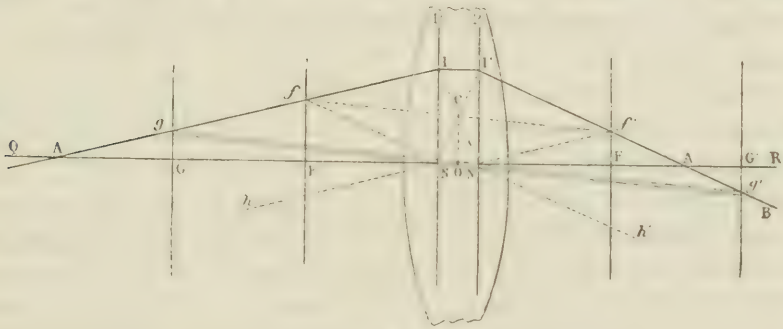


Fig. 47.

correspondant dans une lentille à un rayon incident donné, il est facile de démontrer (2) que les trois points f, C et f' sont constamment en ligne droite. Comme le point C est indépendant de la direction du rayon incident et que les longueurs Cf et Cf' sont égales on en conclut immédiatement que dans les changements de direction les rayons, les déplacements des points f et f' sont égaux et de sens contraire. D'où résulte que, si ces points sont reliés par un fil passant à la partie supérieure sur une ou plusieurs poulies, et dont la longueur soit invariable, les déplacements des points f et f' correspondent précisément aux changements dus à l'action de la lentille.

L'appareil que nous avons l'honneur de présenter à la section est construit pour le cas où l'on néglige l'épaisseur de la lentille : il y

(1) *Compte rendu du Congrès de la troisième session de l'Association française.* — Lille.
(2) *Loco citato*, p. 248.

aurait peu de changements à y introduire pour passer au cas général. Il suffirait que les deux rayons correspondants vinssent aboutir sur les deux plans principaux à la même distance de l'axe.

Les deux rayons mobiles RI, SI (fig. 48), sont fixés par une glissière

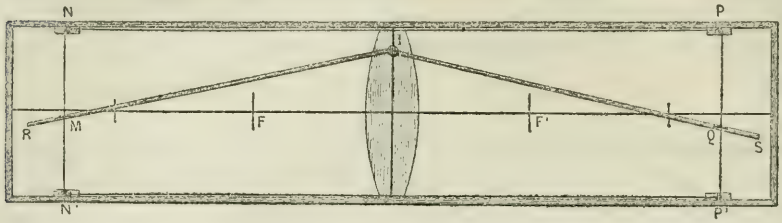


Fig. 48.

à un circuit rectangulaire passant sur quatre poulies, et dont la continuité assure que l'entraînement des tiges représentant les rayons aura lieu, quel que soit le sens du mouvement. Il n'y a pas lieu d'insister davantage sur le fonctionnement de l'appareil, qui se comprend aisément.

Le mode de liaison que nous venons de signaler nous a permis d'établir un appareil schématique (fig. 49) permettant de faire comprendre les principales questions physiques qui se rattachent à la vision.

L'œil, formé de milieux successifs divers peut, au point de vue optique, être remplacé, comme l'a montré Listing par une seule surface réfringente (œil réduit). La méthode précédemment indiquée se trouve alors applicable, et par l'emploi d'un fil reliant le rayon réfracté dans l'œil au rayon incident, on peut aisément montrer les divers cas qui peuvent se présenter.

Mais il fallait en outre faire comprendre les effets produits par l'accommodation, c'est-à-dire par une augmentation de convergence de l'œil : il eût suffi pour produire ce résultat d'augmenter la longueur du fil reliant les deux rayons. Ce moyen n'était pas pratiquement commode ; on peut aisément le remplacer en forçant le fil à passer en un point déterminé dont on varie la position. Nous sommes arrivés au résultat en l'astreignant à passer sur une petite poulie O située à l'extrémité d'un bras mobile autour du centre. Lorsque le bras passe de la verticale à l'horizontale, tout se passe comme si les milieux réfringents devenaient plus convergents, c'est-à-dire comme si l'œil passait de l'état de repos à l'état d'accommodation maxima; le bras se meut d'ailleurs sur un arc de cercle, qui peut être gradué et fournit ainsi à l'auditoire une indication visible de l'état d'accommodation.

Pour que l'appareil pût être réellement utile aux étudiants en méde-

cine auxquels il est spécialement destiné, il fallait qu'il pût représenter à volonté les états de l'œil correspondant à l'emmétropie, à la myopie,

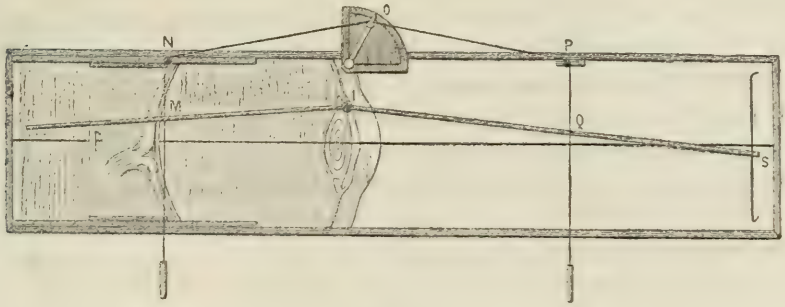


Fig. 49.

à l'hypermétropie. Nous avons atteint ce résultat simplement en dessinant la partie qui représente la coupe de la résine sur une pièce mobile que l'on peut faire glisser dans des coulisses, de manière à changer la longueur du diamètre antéro-postérieur de l'œil, et à faire passer celui-ci par tous les degrés d'amétropie compris entre l'extrême myopie et l'hypermétropie exagérée.

Nous croyons, d'après l'expérience faite en 1879 à la faculté de médecine de Paris que cet appareil peut rendre de réels services dans le cas de cours spéciaux où la discussion des formules même les plus simples est presque impossible.

II

Les mêmes conditions que nous venons d'invoquer en faveur de nos appareils schématiques nous ont conduit à présenter sous une nouvelle forme un certain nombre d'expériences relatives à l'optique géométrique.

Lorsque l'on étudie les effets produits par les lentilles, on dessine au tableau la marche géométrique des rayons, le plan du tableau étant le plan dans lequel se meuvent et restent les rayons. Puis, pour vérifier les résultats indiqués, on fait passer un faisceau à travers une lentille, et on étudie les sections faites dans le faisceau émergent par un plan que l'on place transversalement au faisceau et à diverses distances de la lentille. Bien que la relation entre la figure et l'expérience soit des plus simples, nous avons dû reconnaître à plusieurs reprises qu'elle n'était pas toujours comprise, et nous avons cherché à parer à cet inconvénient; après divers essais qu'il serait sans intérêt de rappeler ici, nous sommes arrivé, croyons-nous, à une disposition pratique qui nous paraît appelée

à rendre des services. Le principe, fort simple d'ailleurs, consiste à couper les faisceaux que l'on veut étudier par un écran en glace dépolie que l'on place presque parallèlement à l'axe. On a alors une section du faisceau sensiblement plane qui est très nettement visible, même dans un grand amphithéâtre, si l'on y peut obtenir une obscurité à peu près complète.

Il y a bien souvent un grand intérêt à opérer sur un faisceau lumineux que l'on perd trop souvent de vue dans l'étude, pour ne considérer que la marche géométrique d'un ou de deux rayons; mais, en interposant un écran percé de fentes parallèles fines, on peut rendre visibles deux ou trois pinceaux lumineux que l'on peut confondre avec des rayons; si même on dispose d'une source vive de lumière, il est possible, en interposant des verres diversement colorés, de distinguer les rayons dont la marche se suit avec une facilité plus grande encore.

En plaçant sur le trajet du faisceau ou de ses rayons et perpendiculairement à l'écran, ou à peu près, un miroir plan, des miroirs cylindriques en verre argenté, par exemple, on se rend un compte exact de l'action de ces surfaces réfléchissantes dans ces différents cas. On peut également interposer des lames à faces parallèles, des prismes, des lentilles cylindriques, etc. Dans tous les cas, les rayons lumineux réellement visibles dessinent sur l'écran la même figure géométrique que le professeur a tracée au tableau.

Nous avons disposé également une cuve cylindrique remplie d'eau et qui présente sur une base placée verticalement un écran en verre dépoli. En plaçant ce petit appareil à peu près parallèlement à l'axe du faisceau et coupant celui-ci, on met en évidence très simplement les phénomènes de la réfraction dans les divers cas, celui de la réflexion totale, etc., et les faits signalés sont aisément compris.

Le faisceau est obtenu par la lanterne de projection dont l'usage est généralement répandu maintenant : une lentille cylindrique ou seulement sphérique pour donner au faisceau la forme la plus convenable, des écrans convenablement entaillés suffisent à fournir le faisceau sur lequel on opère. Le reste est également fort simple et peu coûteux.

Nous ajouterons que, pour rendre commodes les expériences avec la cuve de réfraction, il importe que le faisceau horizontal fourni par la lanterne puisse tomber sur la surface de réfraction dans une direction quelconque : nous avons combiné, à cet effet, un système articulé comprenant deux miroirs et qui satisfait absolument à cette condition.

Dès l'année 1877-1878, nous avions essayé un mode d'expérimentation analogue, en coupant simplement les faisceaux par le tableau noir; mais ce n'est que de cette année (1879) que par l'emploi de l'écran dépoli, nous sommes arrivés à des résultats véritablement satisfaisants.

Nous croyons devoir ajouter que, à l'Exposition universelle de 1878, M. Rosenberg présentait des appareils analogues au moins comme but à ceux dont nous nous occupons aujourd'hui; ces appareils schématiques étaient conçus dans le même esprit que ceux que nous avons présentés à l'Association en 1874 et pour la reproduction lumineuse des figures de l'optique géométrique, les résultats qu'il obtenait ne nous ont pas paru plus satisfaisants que ceux que nous avions essayés sur un tableau vertical et exigeaient une installation irréalisable dans le cas d'un auditoire nombreux et que nous avons pu éviter par la disposition que nous venons de décrire.

M. Antoine BRÉGUET

Ancien élève de l'École Polytechnique.

SUR LES MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES DU GENRE DE CELLE DE GRAMME

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Gariel présente les appareils disposés par M. A. Bréguet pour faire connaître les circuits de diverses formes réalisés par Alteneck, par Frolich et par lui (2 solutions), pour obtenir des machines magnéto-électriques autres que la machine Gramme et fournissant des courants intermittents et de même signe. Dans ces expériences, on prouve que le résultat cherché est effectivement atteint en montrant que, inversement, ces circuits se mettent en mouvement d'une manière continue sous l'influence d'un aimant fixe (1).

Vœu émis par la 5e section.

La section de physique émet le vœu :

« Que l'Association française soit représentée à l'inauguration de la statue de François Arago à Perpignan, le 21 septembre 1879 » (2).

(1) Voir *Ann. de ch. et de ph.* (5e), t. XI, p. 358 et t. XVII, p. 282.

(2) Le conseil d'administration de l'Association française, prenant en considération le vœu de la 5e section, a délégué pour la représenter à cette cérémonie : MM. Crova, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier et Xambeu, professeur de physique au Lycée de Saintes.

L'ordre du jour de la 5e section comprenait plusieurs autres travaux envoyés par leurs auteurs et qui n'ont pu être lus en séance, faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après :

M. de Baillehache. — Nouveau télégraphe imprimeur à cadran.
M. Berdellé. — La gamme des musiciens et celle des physiciens.
M. G. Camus. — Réfraction de la lumière dans le système des ondulations.
M. Fillemin. — Avertisseur télégraphique d'incendie.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

M. C.-W. Cooke. — On a galvanometer for demonstrating the internal current transmitted throug the liquid within a voltaic cell.
M. H. Dufour. — Recherches sur le mouvement des gaz au travers des corps poreux.
M. C. Gros. — Notes sur le télégraphe hydrostatique.
M. Melsens. — Note sur les paratonnerres.
M. F. Rossetti. — Indagini sperimentali sulla temperatura del sole.
M. Tacchini. — Protuberanze solari observate a Palermo : 2 pl.

6e Section

CHIMIE

PRÉSIDENT..... M. CHANCEL, Recteur de l'Académie de Montpellier.
VICE-PRÉSIDENTS..... MM. V. JEANJEAN, Professeur à l'École de pharmacie de Montpellier.
ENGEL, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.
SECRÉTAIRE..... M. P. CAZENEUVE, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon.

M. E. DUVILLIER
Préparateur à la Faculté des sciences de Lille.

M. A. BUISINE
Élève de la Faculté des sciences de Lille.

SUR LA SÉPARATION DES AMMONIAQUES COMPOSÉES

— Séance du 30 août 1879. —

La séparation des ammoniaques composées, lorsqu'on a affaire au mélange des trois ammoniaques d'un même radical alcoolique, les trois méthylamines ou les trois éthylamines, par exemple, est très délicate et difficilement complète.

Hofmann le premier s'est occupé de cette question, sur le mélange des trois éthylamines qu'il obtenait par l'action de l'iodure d'éthyle sur l'ammoniaque (1). Il montra d'abord que leur séparation n'était pas possible par distillations fractionnées, quoique les points d'ébullition de

(1) *Proceedings of the Royal Society*, t. XI, p. 66. — 1860.

ces trois bases diffèrent notablement. La monoéthylamine bout à 18°, la diéthylamine à 57° et la triéthylamine à 91°. C'est alors qu'il proposa le procédé de séparation par l'éther oxalique, qui a l'avantage d'être général. Ce procédé consiste à verser dans le mélange des trois bases anhydres, qu'on obtient en les faisant digérer sur de la soude en plaques, de l'éther oxalique sec en léger excès. Dans ces conditions il reconnut que la monoéthylamine donne une oxamide, la diéthyloxamide, corps solide ; que la diéthylamine fournit un éther, le diéthyloxamate d'éthyle, liquide insoluble dans l'eau et que la triéthylamine ne réagit pas. En chauffant et recueillant les vapeurs on obtient la triéthylamine.

Le résidu laisse déposer la diéthyloxamide, qu'on sépare par pression; reprise par l'eau elle se dépose en beaux cristaux qui, décomposés par la potasse, donnent la monoéthylamine. Quant au liquide huileux qui reste, on le refroidit à 0° pour laisser déposer les dernières portions de diéthyloxamide, puis on le distille en recueillant séparément ce qui passe à 260° ; c'est alors l'éther diéthyloxamique qui par sa décomposition donne la diéthylamine.

Heintz (1) répéta les expériences d'Hofmann. Après avoir séparé la triéthylamine, pour enlever toute la diéthyloxamide, il traita le produit par l'eau chaude. Dans ces conditions, il ne put constater la présence de l'éther diéthyloxamique, éther qui cependant est huileux et insoluble dans l'eau. Mais il remarqua que les eaux mères de la diéthyloxamide devenaient très acides ; il les satura par un lait de chaux et parvint à en séparer deux sels le monoéthyloxamate de chaux et le diéthyloxamate de chaux. Le monoéthyloxamate de chaux, très peu soluble, se dépose le premier en aiguilles brillantes ; le diéthyloxamate de chaux, très soluble, reste dans l'eau mère. On sépare le monoéthyloxamate de calcium d'une trace de diéthyloxamide, qui peut le souiller, par un lavage à l'alcool où il est insoluble.

Hofmann (2) montra ensuite que si Heintz n'avait pas observé la présence de l'éther diéthyloxamique, c'est qu'il n'avait pas opéré comme il l'indiquait, et qu'en reprenant le mélange par l'eau chaude il avait saponifié cet éther qui est peu stable et l'avait transformé ainsi en acide diéthyloxamique.

Dans le même travail Hofmann annonce que lorsqu'on fait agir les bases anhydres sur l'éther oxalique, pour que la réaction soit complète, il faut chauffer quelque temps le mélange en vase clos, car les dernières portions de diéthylamine réagissent difficilement.

(1) *Annalen der Chemie*, t. CXXVII, p. 46. — 1863.
(2) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. III, p. 776. — 1870.

Wallach et Weist (1), en versant de la monoéthylamine sèche dans de l'éther oxalique furent surpris de n'obtenir qu'une faible quantité de diéthyloxamide ; celle-ci se trouvait remplacée par un résidu huileux abondant qu'ils reconnurent être de l'éthyloxamate d'éthyle. Ils en conclurent qu'en opérant la séparation des bases dans les conditions indiquées par Hofmann il devait se former une notable quantité de cet éther, ce qui rendrait le procédé de séparation d'Hofmann, incomplet, car les deux éthers monoéthyloxamique et diéthyloxamique se séparent difficilement par distillation, leurs points d'ébullition étant assez voisins, 250° et 260°. Cependant Wallach et Weist, afin de les séparer, proposent de refroidir le mélange des deux éthers pour enlever le reste de la diéthyloxamide qui cristallise dans ces conditions, puis ils traitent par l'eau froide ; le monoéthyloxamate d'éthyle se dissout, la partie insoluble distillée fournit le diéthyloxamate d'éthyle pur et par sa décomposition la diéthylamine.

La diéthylamine est donc comme on le voit la base la plus difficile à obtenir pure.

Pour terminer l'historique de la séparation des bases ammoniées, il nous reste à citer le procédé indiqué par Carey-Lea (2) pour effectuer la séparation des éthylamines. Ce procédé consiste à traiter le mélange des éthylamines privées d'ammoniaque par l'acide picrique. Cet acide donne avec les éthylamines trois picrates doués de solubilités différentes. Les picrates de monoéthylamine et de triéthylamine sont cristallisables, et celui de monoéthylamine est le moins soluble ; tandis que le picrate de diéthylamine forme une huile lourde. La séparation de la monoéthylamine de la triéthylamine se fait en agitant la solution aqueuse de ces bases avec de l'éther, qui dissout la triéthylamine. Ce procédé ne permet pas d'effectuer une séparation complète des éthylamines, et en outre il a le grave inconvénient d'exiger le maniement de quantités notables de picrates alcalins.

Enfin Carey-Lea (3) a proposé, pour obtenir la méthylamine, de traiter par l'acide oxalique le mélange des bases non séparées de l'ammoniaque, d'évaporer et de reprendre par l'alcool qui laisse l'oxalate d'ammoniaque insoluble. Ce procédé permet de séparer l'ammoniaque des méthylamines, mais il ne permet pas d'effectuer la séparation des méthylamines.

Nous sommes parvenus, en combinant et en modifiant ces différents procédés, à obtenir un moyen de séparation pratique et surtout complet,

(1) *Annalen der Chemie*, t. CLXXXIV, p. 58 et 60. — 1876.
(2) *Répertoire de chimie pure*, t. IV, p. 446 — 1862.
(3) *Répertoire de chimie pure*, t. IV, p. 445. — 1862.

même lorsqu'on a à faire à un mélange de plusieurs séries de bases.

Ce procédé nous a donné de très bons résultats et c'est en l'appliquant que nous sommes parvenus à séparer les bases nombreuses qui entrent dans le produit connu sous le nom de triméthylamine commerciale.

Ce procédé consiste, lorsqu'on a le mélange des bases privées d'ammoniaque, à effectuer leur séparation par deux traitements successifs par l'éther oxalique. Le premier traitement se fait sur la solution aqueuse des bases; dans ces conditions toutes les monamines sont précipitées à l'état d'oxamides. La partie qui n'a pas été précipitée est décomposée, les bases desséchées et recueillies dans l'alcool absolu. On traite alors cette solution alcoolique des bases par de l'éther oxalique; les diamines et une trace de monamines qui peut rester sont transformées en éthers oxamiques. Quant aux triamines, comme on le sait, elles sont sans action sur l'éther oxalique; on les obtient en distillant le mélange.

Pour plus de détails sur ce procédé général de séparation des bases ammoniées, nous renvoyons à notre note sur la triméthylamine commerciale (1) dans laquelle nous avons exposé le mode de séparation des bases suivantes : monométhylamine, diméthylamine, triméthylamine, monoéthylamine, monopropylamine, monobutylamine.

Le mélange est souvent moins complexe et presque toujours on n'a à séparer que des bases d'un même radical; aussi suivant les circonstances notre procédé peut être légèrement simplifié.

Séparation des méthylamines.

Pour effectuer la séparation des méthylamines, qu'on obtient ordinairement en faisant réagir le nitrate de méthyle sur l'ammoniaque, on commence par en séparer l'ammoniaque ordinaire. Pour cela on traite par la potasse le produit de cette réaction et on transforme les bases en chlorhydrates. Après dessication on traite ceux-ci à plusieurs reprises par l'alcool absolu qui laisse le chlorhydrate d'ammoniaque indissous. La solution alcoolique renferme les chlorhydrates de méthylamines avec une trace de chlorhydrate d'ammoniaque, ce dernier sel n'étant pas complètement insoluble dans l'alcool.

Les chlorhydrates de méthylamines sont alors décomposés pour être transformés en sulfates et ceux-ci après dessication sont traités par l'alcool absolu qui dissout les sulfates de di et de triméthylamine et une trace de sulfate de monométhylamine, et laisse indissous le sulfate de monométhylamine et une trace de sulfate d'ammoniaque.

(1) *Comptes-rendus*, t. LXXXIX, p. 48. — 1879.

Les sulfates insolubles dans l'alcool sont alors décomposées et les bases recueillies dans l'eau. La solution que l'on obtient est titrée, placée dans de la glace, puis traitée par de l'éther oxalique en quantité convenable pour former de la diméthyloxamide. Cette amide se précipite immédiatement. Il faut avoir soin d'introduire l'éther oxalique par petites portions et d'agiter vivement après chaque addition de cet éther afin d'éviter autant que possible l'élévation de température. Ces conditions, dans lesquelles nous nous sommes placés, sont celles qui ont été indiquées par Wallach et Boehringer (1) comme étant les meilleures pour produire la diméthyloxamide et la diéthyloxamide. Après avoir introduit l'éther oxalique on abandonne le mélange pendant un jour puis, on presse pour séparer la diméthyloxamide; l'eau mère concentrée en fournit une nouvelle quantité.

La diméthyloxamide se sépare facilement, par cristallisation, d'une petite quantité d'oxamide ordinaire qui l'accompagne; cette dernière provenant de la petite quantité d'ammoniaque qu'on ne peut séparer par les chlorhydrates; elle apparaît en petits grains sur les cristaux de diméthyloxamide des dernières eaux mères; on l'en sépare facilement en faisant recristalliser séparément ces derniers cristaux, et surveillant la cristallisation : la diméthyloxamide se dépose la première, et lorsque les premiers grains d'oxamide ordinaire apparaissent, on jette rapidement le tout sur une toile et on presse; l'oxamide reste dans les eaux mères.

Avec la diméthyloxamide ainsi purifiée il est facile d'obtenir de la monométhylamine pure.

Quant aux sulfates solubles dans l'alcool, on les décompose par la soude et on reçoit le mélange des bases dans l'alcool absolu, après les avoir desséchées en les faisant passer sur une colonne de soude en plaques. Cette solution alcoolique est titrée puis on la verse dans de l'éther oxalique, en quantité convenable pour former de l'éther diméthyloxamique, en supposant que la solution ne renferme que de la diméthylamine. On abandonne alors le mélange pendant un jour pour laisser la réaction se terminer, puis on distille pour chasser l'alcool et la triméthylamine qui est sans action sur l'éther oxalique.

Pour séparer le diméthyloxamate d'éthyle de la petite quantité de monométhyloxamate d'éthyle qui l'accompagne, on traite le mélange de ces éthers, qui sont solubles dans l'eau, par dix fois environ leur volume d'eau à 50 degrés environ; puis on ajoute un lait de chaux qui les saponifie immédiatement. On filtre et on concentre. Le monométhyloxa-

(1) *Annalen der chemie*, t. CLXXXIV, p. 33 et p. 50. — 1876.

mate de chaux peu soluble se dépose le premier, le diméthyloxamate de chaux très soluble reste dans les eaux mères. Afin d'en éliminer complètement le monométhyloxamate de chaux on concentre jusqu'à ce que le diméthyloxamate de chaux commence à se déposer; on ajoute alors à la solution son volume d'alcool; ce qui peut rester de monométhyloxamate de chaux se précipite en même temps qu'un peu de diméthyloxamate de chaux. Après un jour de repos on filtre, on chasse l'alcool et on évapore; le diméthyloxamate de chaux se dépose pendant l'évaporation, que l'on pousse presque à sec. Après avoir lavé le diméthyloxamate de chaux avec un peu d'alcool ordinaire, on le traite par de l'alcool absolu bouillant afin d'en séparer une trace de diméthyloxamide qu'il pourrait encore renfermer.

Ainsi purifié, le diméthyloxamate de chaux est parfaitement pur. On en retire facilement la diméthylamine.

La séparation des méthylamines nous a permis de faire quelques observations nouvelles sur les dérivés des acides monométhyloxamique et diméthyloxamique.

Nous allons les faire connaître.

Monométhyloxamate de chaux.

Ce sel, obtenu d'abord par M. Wurtz (1) et dont l'étude vient d'être reprise par MM. Wallach et Weist (2), se présente sous deux états. Lorsqu'il s'est déposé d'une solution chaude et concentrée il est anhydre et a l'aspect de l'amiante. Lorsqu'il s'est déposé à la température ordinaire d'une solution peu concentrée, il renferme trois molécules d'eau de cristallisation.

Nous avons observé que le sel passait très facilement d'une modification à l'autre.

Lorsqu'on abandonne pendant deux ou trois jours une cristallisation de monométhyloxamate de chaux déposé d'une liqueur chaude et concentrée, c'est-à-dire déposé sous la forme abestoïde, le magma de cristaux remplissant tout le vase diminue peu à peu et après le temps indiqué il a complètement disparu; on trouve à la place une cristallisation en belles aiguilles volumineuses de sel avec trois molécules d'eau.

En outre, lorsqu'on dissout dans l'eau chaude des cristaux de monométhyloxamate de chaux renfermant trois molécules d'eau de cristallisation, on remarque que les cristaux se deshydratent dans l'eau, se

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e serie, t. XXX, p. 466. — 1850.
(2) *Annalen der chemie*, t. CLXXXIV, p. 69. — 1876.

collent les uns aux autres, deviennent opaques et ne se dissolvent plus que très lentement. Cette propriété que possèdent les cristaux de monométhyloxamate de chaux de s'agglomérer dans l'eau chaude est très caractéristique, elle permet de reconnaître même de très petites quantités de ce sel.

Diméthyloxamate de chaux.

Nous avons indiqué plus haut la préparation du diméthyloxamate de chaux en décrivant la séparation des méthylamines. Ce sel est excessivement soluble dans l'eau, il n'est pas déliquescent. Il se dépose de sa solution aqueuse tantôt en croûtes dures cristallines, tantôt sous la forme d'une masse granuleuse et pâteuse. Il n'est guère plus soluble à chaud qu'à froid. Il est soluble dans l'alcool à 50 degrés environ, insoluble dans l'alcool absolu. Une solution concentrée de diméthyloxamate de chaux, versée dans cinq à six fois son volume d'alcool se précipite lentement et presque complètement sous forme d'une poudre cristalline nacrée qui, au microscope, se présente sous la forme de petits prismes courts. L'aspect de ce sel au microscope est bien différent de celui que présente le monométhyloxamate de chaux qui est également précipité de sa solution aqueuse par l'alcool sous forme d'une masse gélatineuse qui, au microscope présente l'aspect d'un réseau de longues aiguilles traversant tout le champ du microscope.

Diméthyloxamate de baryte.

Le diméthyloxamate de baryte s'obtient en saponifiant le diméthyloxamate d'éthyle par la baryte, enlevant l'excès de baryte par un courant d'acide carbonique et concentrant ; on obtient une masse que l'on sèche. Le sel sec repris par de l'alcool à 80° se dissout en donnant par le refroidissement une sorte d'empois ; il est complètement insoluble dans l'alcool absolu.

Séparation des éthylamines.

On sait, d'après les recherches d'Hofmann (1) que le meilleur procédé pour obtenir les éthylamines consiste à chauffer en vase clos une solution alcoolique d'ammoniaque et de chlorure d'éthyle. Dans ces conditions il se forme outre les trois chlorhydrates d'éthylamines, une notable quantité de chlorhydrate d'ammoniaque qui, étant insoluble dans l'alcoo , se précipite; il suffit de presser pour le séparer des chlorhydrates d'éthylamines solubles dans l'alcool. Nous avons indiqué plus haut le procédé employé par Hofmann pour séparer les trois éthylamines.

(1) *Deutsche chemische Ge ellschaft*, t. III, p. 109. — 1870.

Pour obtenir les éthylamines nous produisons les chlorhydrates de ces bases en suivant les indications d'Hofmann, seulement, comme le chlorhydrate d'ammoniaque n'est pas complètement insoluble dans l'alcool avant d'effectuer la séparation des éthylamines nous décomposons par la soude les chlorhydrates d'éthylamines séparés de la plus grande partie du sel ammoniac et nous transformons les bases en sulfates. Après dessication ceux-ci sont traités par l'alcool absolu qui dissout les sulfates d'éthylamines et laisse le sulfate d'ammoniaque insoluble.

Pour séparer les éthylamines nous employons la méthode générale de séparation des bases ammoniées que nous avons indiquée plus haut. A cet effet les sulfates d'éthylamines, privés complètement d'ammoniaque sont décomposés et les bases recueillies dans l'eau et soumises à un premier traitement par l'éther oxalique qui en sépare la monoéthylamine à l'état de diéthyloxamide. La partie qui n'a pas été précipitée est décomposée, les bases desséchées et recueillies dans l'alcool absolu. On soumet cette solution alcoolique au second traitement par l'éther oxalique ; il se forme du diéthyloxamate d'éthyle et la triéthylamine reste sans action sur l'éther oxalique. On obtient cette triamine par distillation.

Lorsqu'on a un mélange d'éthylamines ne renfermant qu'une trace de triéthylamine, ce qui se présente lorsqu'on a le mélange des éthylamines produites par l'action du bromure d'éthyle sur l'ammoniaque, on peut, comme nous l'avons montré (1), opérer leur séparation par un seul traitement par l'éther oxalique. Dans ce cas après avoir titré la solution aqueuse des bases éthylées privées d'ammoniaque, on la place dans la glace et on la traite par une quantité convenable d'éther oxalique pour former de la diéthyloxamide ; en supposant les bases à l'état de monoéthylamine après un jour on sépare par pression la diéthyloxamide formée ; les eaux-mères très alcalines sont distillées au bain-marie de manière à recueillir l'alcool et les bases qui n'ont pas réagi. Par refroidissement il se dépose de la diéthyloxamide qu'on sépare comme précédemment.

Nous n'avons pas observé dans les eaux-mères de la diéthyloxamide d'éther insoluble dans l'eau indiquant la formation de diéthyloxamate d'éthyle ; cependant le mélange des bases éthylées sur lequel nous avons opéré renfermait une notable proportion de diéthylamine ; mais par concentration les eaux-mères de la diéthyloxamide deviennent sirupeuses et de plus en plus acides. Ce sirop est formé ainsi que nous l'avons constaté, par un mélange d'éther diéthyloxamique avec ses deux produits d'hydratation l'acide diéthyloxamique et l'oxalate acide de diéthylamine.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 31. — 1879.

Nous sommes parvenus à retirer facilement la diéthylamine renfermée dans ce sirop. Pour cela on l'additionne de 8 à 10 fois son volume d'eau et on le soumet à une forte ébullition de manière à transformer le diéthyloxamate d'éthyle et l'acide diéthyloxamique en oxalate acide de diéthylamine, leur produit ultime d'hydratation. Après concentration de la liqueur on obtient une abondante cristallisation d'oxalate acide de diéthylamine en belles aiguilles de 3 à 4 centimètres de longueur. Purifié par quelques cristallisations, puis décomposé, ce sel fournit de la diéthylamine pure.

Les méthylamines, dans les mêmes conditions, fournissent également une eau-mère sirupeuse renfermant de l'oxalate acide de diméthylamine mais ce sel étant très soluble et ne donnant pas de cristaux faciles à purifier comme ceux d'oxalate acide de diéthylamine, nous avons renoncé à employer ce procédé pour la séparation des méthylamines.

M. E. DUVILLIER

Préparateur à la Faculté des sciences de Lille.

M. A. BUISINE

Élève de la Faculté des sciences de Lille.

SUR LA TRIMÉTHYLAMINE COMMERCIALE.

— Séance du 29 août 1879. —

Les mélasses que l'on produit dans la fabrication du sucre de betteraves servent en grande partie à la fabrication de l'alcool. Les vinasses résidus de cette dernière fabrication, sont concentrées, puis calcinées; elles donnent ainsi le salin brut de betteraves à l'aide duquel on prépare le carbonate de potasse raffiné.

Dans la calcination des vinasses on avait déjà remarqué qu'il se dégageait de l'ammoniaque en abondance. M. Vincent eut l'idée d'opérer, en vase clos, la calcination des vinasses et de recueillir tous les produits volatils qui se dégageaient en pure perte. Il sépara ces produits et en donna la liste (1).

Parmi les bases volatiles, M. Vincent ne cite que l'ammoniaque et la triméthylamine qui seule l'accompagne, dit-il; il appuie même sur ce fait en faisant observer qu'il est digne de remarque qu'il lui a été im-

(1) *Bulletin de la Société chimique* de Paris, t. XXVII, p. 154. — 1877.

possible de déceler la présence des autres méthylamines (1). Pour séparer les deux bases qu'il a signalées dans les produits de la calcination des vinasses, M. Vincent en forme les chlorhydrates, et sépare le chlorhydrate d'ammoniaque par cristallisation; le chlorhydrate de triméthylamine reste dans les eaux-mères. Ayant obtenu ainsi une grande quantité de triméthylamine, il en fit quelques sels et décrivit toutes ses réactions sur les solutions métalliques (2). Plus tard, il appliqua son chlorhydrate de triméthylamine à la fabrication industrielle du chlorure de méthyle (3) en montrant que vers 300° ce sel se décompose complètement en chlorure de méthyle et ammoniaque.

Ayant eu entre les mains plusieurs échantillons de cette triméthylamine commerciale, nous avons eu l'idée de vérifier sa pureté. Nous avons bientôt remarqué que ce produit était loin d'être de la triméthylamine pure. Nous l'avons soumis à deux traitements successifs par l'éther oxalique, comme nous l'avons indiqué en décrivant notre procédé général de séparation des bases ; et, dans une note à l'Académie, à laquelle nous renvoyons (4), nous avons fait connaître les bases, qu'il nous a été permis d'en retirer à l'état de pureté, et qui sont les suivantes : monométhylamine, diméthylamine, triméthylamine, monopropylamine, monobutylamine.

Nous étions très étonnés de ne pas trouver d'éthylamine dans le mélange, car en général, dans les décompositions pyrogénées des matières organiques, on obtient une ou plusieurs séries de produits homologues : ainsi la distillation du bois fournit les homologues de l'acide acétique jusqu'à l'acide caproïque ; la houille donne les homologues de la benzine, etc.

Mais si l'éthylamine nous avait échappé dans nos premières recherches, c'est qu'elle ne se trouve qu'en faible quantité dans le mélange, 2 0/0 environ. Nous l'avons trouvée en traitant nos résidus et principalement dans les eaux-mères de purification des oxamides. Pour la séparer on décompose ces eaux-mères par la potasse, on transforme les bases en sulfates; les sulfates sont desséchés afin d'en séparer une petite quantité de sulfate de monométhylamine, insoluble dans ces conditions. On décompose ensuite les sulfates solubles dans l'alcool, on recueille les bases desséchées dans l'alcool absolu et on traite par l'éther oxalique de manière à obtenir des éthers oxamiques. On saponifie ensuite ces éthers par la chaux et on fait cristalliser. Le monoéthyloxamate de chaux, peu

(1) *Bulletin de la Société chimique* de Paris, t. XXVII, p. 151. — 1877.
(2) *Bulletin de la Société chimique* de Paris, t. XXVII, p. 150. — 1877.
(3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXXIV, p. 1139. — 1877.
(4) *Comptes rendus de l'Académie*, t. LXXXIX, p. 48. — 1879.

soluble, se dépose. Après purification par cristallisation, on obtient un sel en fines aiguilles renfermant deux molécules d'eau de cristallisation et en tout semblable au monoéthyloxamate de chaux décrit par Heintz (1).

La présence de la monoéthylamine dans la triéthylamine commerciale porte donc à six le nombre des bases contenues dans ce produit, que M. Vincent avait décrit comme de la triméthylamine pure (2).

M. Vincent (3), dans une réponse à notre première note, semble vouloir expliquer le désaccord qui existe entre notre travail et le sien. A l'époque où il a fait son travail, il calcinait, dit-il, de la vinasse à 35°-36° Baumé. Depuis lors il calcine de la vinasse plus concentrée, ce qui a produit, dit-il, une perturbation complète dans la nature des produits pyrogénés.

Nous admettons facilement que, suivant les conditions de l'opération, les produits pyrogénés puissent légèrement changer, surtout en proportions relatives, mais il nous semble extraordinaire que le fait seul du changement de concentration des vinasses qu'on introduit dans les fours, puisse produire une perturbation aussi accentuée dans les produits de la réaction. Ainsi, d'après M. Vincent, avec de la vinasse marquant 35°-36° Baumé, on n'obtiendrait que de l'ammoniaque et de la triméthylamine, tandis qu'avec de la vinasse plus concentrée on obtiendrait toutes les bases que nous avons indiquées. Pour nous le degré de concentration des vinasses ne doit avoir que très peu d'influence, car, comme le dit M. Vincent lui-même, dans sa réponse à notre note, *la vinasse est évaporée à sec et calcinée*. Que vient faire alors le degré de concentration de la vinasse ?

Il est probable que si les différentes bases que nous avons indiquées ont échappé à M. Vincent, cela tient au procédé de séparation qu'il employait, la cristallisation du mélange des chlorhydrates; il ne pouvait pas, en effet, arriver à séparer rien que par des cristallisations ces six chlorhydrates dont les derniers surtout sont très solubles et même sirupeux.

M. Vincent a pu, il est vrai, obtenir des cristaux purs de chlorhydrate de triméthylamine, ce sel cristallisant assez facilement quoique très soluble, mais il a sans doute négligé d'étudier attentivement les eaux-mères de ce sel qui certainement lui auraient fourni les bases que nous avons signalées. M. Vincent, dans sa réponse, dit aussi qu'il avait déjà constaté la présence de la monométhylamine et de la diméthy-

(1) *Annalen der chemie und Pharmacie*, t. CXXVII, p. 49. — 1863.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXVII, page 151. — 1877.
(3) *Comptes rendus de l'Académie*, t. LXXXIX, p. 238. — 1879.

lamine ; nous lui ferons remarquer qu'il n'avait rien publié de semblable avant d'avoir eu connaissance de notre note ; bien au contraire, il affirme (1) *qu'il est digne de remarque qu'il lui a été impossible de déceler la présence des méthylamines autres que la triméthylamine.*

Quoi qu'il en soit, il reste acquis que la découverte de la monométhylamine, de la diméthylamine, de la monoéthylamine, de la monopropylamine et de la monobutylamine dans le produit connu dans le commerce sous le nom de triméthylamine, nous appartient tout entière. Nous reconnaissons que M. Vincent y a signalé le premier la présence de la triméthylamine qui ne s'y trouve du reste qu'en petite quantité. M. Vincent, en effet, n'a jamais cité autre chose que la triméthylamine, et ce n'est qu'après la publication de notre note qu'il est venu y répondre et l'interpréter.

M. CAZENEUVE

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon.

SUR L'ACTION OXYDANTE DE L'OXYDE DE CUIVRE (2).

— Séance du 29 août 1879. —

M. O. CAILLOL DE PONCY

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

SÉPARATION ET DOSAGE DE L'ALCOOL MÉTHYLIQUE EN PRÉSENCE DE L'ALCOOL ÉTHYLIQUE.

— Séance du 29 août 1879. —

MM. A. Riche et Brady ont fait connaître un procédé pour rechercher et doser l'alcool méthylique en présence de l'alcool éthylique. Ce procédé, délicat quand il s'agit de déterminer des quantités très faibles

(1) *Bulletin de la Société chimique* de Paris, t. XXVII, p. 151. — 1877.
(2) Voir *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 15 sept. 1879.

d'alcool méthylique, nous a donné souvent des résultats inexacts. La coloration rouge bois que l'on obtient avec l'alcool vinique est très foncée et masque toujours de faibles proportions d'alcool méthylique.

Nous avions d'abord cru à la présence de l'alcool méthylique dans les différents échantillons d'alcool éthylique qui avaient été employés pour nos expériences ; mais l'effet s'étant reproduit même avec un alcool préparé, sous nos yeux, avec du sucre pur, nous avons recherché un procédé plus commode pour arriver à cette détermination.

Principe. — L'alcool méthylique aussi bien que l'alcool éthylique se combine promptement avec l'acide oxalique en présence de l'acide chlorhydrique gazeux,

L'oxalate de méthyle est très soluble dans l'eau ; l'oxalate d'éthyle n'est que partiellement soluble.

Ces deux éthers dissous dans l'eau ou l'alcool, traités par l'ammoniaque, donnent naissance à de l'oxamide complètement insoluble dans l'eau.

C'est cette dernière propriété que nous mettons à profit pour doser l'alcool méthylique.

Mode opératoire. — On dissout dans 10 centimètres cubes de l'alcool à examiner 10 gr. 8 d'acide oxalique du commerce et on sature la solution par du gaz chlorhydrique ; on ferme le matras et on l'abandonne jusqu'au lendemain.

Deux centimètres cubes de cette solution sont traités par 10 centimètres cubes d'eau ; on agite et on filtre le liquide surnageant.

L'oxalate de méthyle étant entièrement soluble dans l'eau, il est évident que la quantité d'oxamide précipitée sera proportionnelle à la quantité dissoute. Si l'on vient à traiter l'eau filtrée par l'ammoniaque on devra obtenir un nombre plus fort que quand on traitera une même quantité d'oxalate d'éthyle pur.

Nous avons déterminé par de nombreuses expériences la quantité d'oxamide qui se forme dans l'eau de lavage de l'oxalate d'éthyle.

La moyenne de nos expériences nous donne 6.6 pour l'alcool anhydre.

Nous avons aussi déterminé la quantité d'oxamide qui se forme quand on traite l'oxalate de méthyle ; le nombre que nous avons obtenu varie entre 14.65 et 15 0/0 de la quantité d'alcool méthylique.

Si, au lieu de traiter l'alcool pur par le procédé indiqué, nous traitons un alcool mélangé avec de l'alcool méthylique, et si après son éthérification nous lavons ce produit avec de l'eau et dosons dans cette eau l'oxamide que l'on peut précipiter par l'ammoniaque, il est évident que si le nombre trouvé est supérieur à 6.6 on pourra déterminer la proportion d'alcool méthylique par l'excès de poids.

1 0/0 d'alcool méthylique donne une surcharge variant entre 0.146 et 0.15.

Pour éviter toute erreur, il faudra toujours s'assurer par un des procédés connus de la présence de l'alcool méthylique.

M. GLÉNARD

Professeur à la Faculté de médecine de Lyon.

SUR UN NOUVEAU PRINCIPE IMMÉDIAT RETIRÉ DE LA RACINE D'IPÉCA.

— *Séance du 29 août 1879.*

M. LUYS CABELLO E YBANEZ

Directeur du Laboratoire chimique et agricole de Barcelone.

SUR LES TERRAINS CALCAIRES DE BARCELONE AU POINT DE VUE CHIMIQUE.

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. SCHMITT

Professeur aux Facultés libres des sciences et de médecine de Lille.

SUR LES OUTREMERS.

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. A. AUDOYNAUD
Professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier.

NOTE SUR LA COMPOSITION DE LA FEUILLE DE L'OLIVIER.

— Séance du 30 août 1879. —

Les feuilles d'olivier séchées à 100° perdent de 46 à 50 0/0 d'eau. Ces feuilles desséchées, réduites en poudre peuvent être traitées par l'eau bouillante d'abord, puis par l'éther. Pour les épuiser complètement par l'eau, il faut une quantité énorme de ce liquide ; 10 litres d'eau distillée passant sur 10 grammes de poudre ne suffisent pas. Nous avons été obligés cependant de nous arrêter à cette limite.

Le traitement par l'éther dans l'appareil Schlœsing donne alors une substance jaune que l'on finit par rendre blanche ou presque blanche en faisant passer à plusieurs reprises la liqueur éthérée sur le noir animal.

La proportion de cette matière blanche fournie par 10 grammes de feuilles en poudre ou de 20 grammes de feuilles vertes a varié de $0^{gr},445$ à $0^{gr},582$. Sa composition varie avec sa blancheur ; la substance la plus blanche que nous ayons obtenue répond à la formule $C^{20} H^{18} O^{2}$ que nous ne saurions justifier pour le moment ; par certains caractères elle se rapproche de l'olivile de *Sobrero*, elle en diffère par d'autres :

Olivile.	*Matière blanche.*
$C^{28} H^{18} O^{10}$	$C^{20} H^{18} O^{2}$
soluble dans l'eau et les alcalis.	insoluble dans l'eau et les alcalis.
Fond à 120°	N'a pu être fondue à 200°
soluble dans l'acide acétique, donne avec l'acide sulfurique un liquide rouge.	soluble dans l'acide acétique, donne de même avec l'acide sulfurique un liquide rouge.

Quant au traitement par l'eau bouillante, les premières portions fortement colorées ont été successivement traitées par l'acétate de plomb, le carbonate de soude ; passées au noir et reprises par l'alcool plusieurs fois, elles nous ont toujours finalement donné une matière visqueuse, brune, amère et sucrée, réduisant la liqueur de Fehling. Nous n'avons pu y constater la présence de la mannite.

M. ENGEL

rofesseur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR L'ACTION TOXIQUE DE L'HYDROGÈNE PHOSPHORÉ.

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. ENGEL

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR L'ACTION DE L'HYDROGÈNE SULFURÉ SUR LE MERCURE.

Séance du 30 août 1879. —

M. ENGEL

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LA PRÉPARATION DE L'AMMONIAQUE

Séance du 30 août 1879. —

M. HALLER

Professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie de Nancy.

SUR DE NOUVEAUX DÉRIVÉS DU CAMPHRE.

Séance du 30 août 1879. —

M. Léon BOURGEOIS

SUR LA PRODUCTION DES CHROMATES CRISTALLISÉS.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Je suis parvenu, en calcinant un chromate alcalin avec un chlorure alcalino-terreux à produire des chromates insolubles cristallisés.

Ainsi, lorsqu'on fond au rouge vif, 2 équivalents de chlorure de baryum avec un équivalent de bichromate de potasse, et un équivalent de carbonate de soude, et qu'on laisse lentement refroidir la masse, on trouve dans son intérieur des cristaux d'un jaune-soufre, groupés parallèlement et présentant un vif éclat. Il suffit d'épuiser le tout par l'eau bouillante qui dissout les chlorures, pour avoir les cristaux débarrassés de leur gangue. Leur densité est 4.60. Leurs caractères chimiques et leur composition centésimale répondent de tout point aux propriétés du chromate de baryte ordinaire précipité.

J'ai pu vérifier par les propriétés optiques que mes cristaux sont des prismes droits à base rhombe. L'angle de ces prismes est de 102°11′. Aux extrémités du prisme et sur ses angles aigus sont ordinairement quatre facettes qui feraient avec la base un angle de 147° environ. Or dans le sulfate de baryte, l'angle du prisme de clivage est 101°42′ et l'on trouve souvent les facettes e^2 qui font avec la base p un angle de 146°43′. Il y a donc lieu d'admettre l'isomorphisme du chromate et du sulfate de baryte.

J'ai obtenu de même le chromate de strontiane en lamelles rhomboïdales aplaties; l'angle du rhombe est 103° environ. Quant au chromate de chaux, il forme de fines aiguilles très brillantes, et qui sont des prismes rectangulaires, comme le sulfate de chaux (anhydrite).

Je suis donc porté à croire que les chromates alcalino-terreux sont isomorphes entre eux et avec les sulfates correspondants.

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Fremy au Muséum.

M. J. BÉCHAMP

Professeur à la Faculté libre de médecine de Lille.

DE L'ALCOOL PRODUIT DANS LES TISSUS ANIMAUX PENDANT LA VIE ET APRÈS LA MORT (1).

Séance du 1er septembre 1879. —

M. SCHMITT

Professeur aux Facultés libres des sciences et de médecine de Lille.

SUR LE DOSAGE DE LA MORPHINE DANS L'OPIUM.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Ph. DE CLERMONT

Sous-Directeur du Laboratoire de chimie de la Sorbonne.

DE L'ACTION DES SELS AMMONIACAUX SUR QUELQUES SULFURES MÉTALLIQUES ET DE L'APPLICATION DES FAITS OBSERVÉS A L'ANALYSE.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Ayant continué l'étude de l'action des sels ammoniacaux sur les sulfures métalliques (2), je suis arrivé aux résultats suivants :

Les sulfures de bismuth, de cadmium, de cuivre et de platine ne sont pas altérés lorsqu'on les fait bouillir avec une solution de sel ammoniac. Le monosulfure et le bisulfure de mercure ne le sont pas davantage.

(1) Voir *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 29 sept. 1879.

(2) Sur la dissociation des sels ammoniacaux en présence des sulfures métalliques par MM. Ph. de Clermont et H. Guiot, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXV, p. 37.

Le trisulfure d'antimoine se décompose complètement avec le sel ammoniac en fournissant du sulfure d'ammonium qui se volatilise et du chlorure d'antimoine qu'on retrouve en solution avec le chlorure d'ammonium. Le bisulfure d'étain donne, dans ces circonstances, de l'acide stannique et il n'entre point d'étain en solution. Le monosulfure brun se comporte d'une manière analogue, se décolore et se transforme en protoxyde.

Les métaux qui, en solution acide, ne sont pas précipités par l'hydrogène sulfuré, mais que le sulfhydrate d'ammoniaque transforme soit en sulfures, soit en oxydes insolubles, se comportent après l'action de ce réactif d'une manière particulière avec le sel ammoniac. On a déjà fait voir que le sulfure de manganèse se dissolvait en fournissant du chlorure. Le sulfure de fer est exactement dans le même cas et se transforme en protochlorure. Les sulfures de cobalt et de nickel se dissolvent également, mais plus lentement que les précédents.

Quant au sulfure de zinc, il résiste encore mieux à l'action du chlorure d'ammonium; néanmoins, au moyen d'une ébullition prolongée, on parvient à le dissoudre. De plus, tous les chimistes savent que l'alumine et l'oxyde de chrome, précipités par le sulfhydrate d'ammoniaque, sont insolubles dans le sel ammoniac. Ces faits m'ont conduit à une méthode de séparation des métaux qui est avantageuse dans certains cas.

Si l'on a affaire à une solution renfermant du cobalt, du nickel, du manganèse, du fer, de l'alumine, du chrome et du zinc, on précipitera par le sulfhydrate d'ammoniaque et on ajoutera le mélange à une solution bouillante de sel ammoniac, en ayant soin de continuer l'ébullition pendant un temps suffisamment long.

Le manganèse et le fer se dissoudront en totalité, le cobalt, le nickel et le zinc en partie et l'on aura, à l'état insoluble, la totalité de l'alumine et du chrome avec une partie de cobalt, du nickel et du zinc; la filtration s'opérera rapidement, parce que les précipités se seront modifiés par la contraction et la liqueur filtrée ne sera pas brune, ainsi qu'il arrive lorsqu'on a du sulfure de nickel en présence de sulfhydrate d'ammoniaque. Comme on aura d'un côté les deux oxydes et un certain nombre de sulfures à l'état insoluble et de l'autre plusieurs métaux en dissolution, on achèvera l'analyse en appliquant les procédés connus.

On voit que le problème, tel qu'il se pose généralement, aura été simplifié et donnera même de meilleurs et de plus rapides résultats, toutes les fois qu'on n'est pas en face du cas le plus compliqué admis dans l'exemple proposé.

On s'est assuré qu'au point de vue de l'analyse quantitative l'ébulli-

tion du précipité obtenu par le sulfhydrate peut être effectuée en présence du sel ammoniac, notamment lorsqu'on veut séparer le fer et le manganèse de l'alumine et de l'oxyde de chrome. Les résultats sont précis ; l'alumine et l'oxyde de chrome se débarrassent complétement de fer et de manganèse et permettent, à cause de leur état d'agrégation, une filtration et un lavage rapides.

En se reportant aux observations relatives au bismuth, au cuivre, au cadmium, au platine et à l'argent, on comprend que ces métaux pourraient être séparés, par le même procédé, du fer et du manganèse ; néanmoins les méthodes usuelles sont généralement préférables. Je n'insisterai pas davantage sur les diverses applications analytiques qui résultent des faits signalés dans cette note, me réservant d'en rendre compte dans un mémoire plus étendu.

Les autres sels ammoniacaux agissent également sur les sulfures en se dissociant et en donnant naissance à du sulfure d'ammonium. Ainsi on a constaté que l'oxalate d'ammoniaque donnait avec le sulfure de fer de l'oxalate de fer cristallisé ; le tartrate fournit du tartrate blanc de fer et le succinate décompose entièrement les sulfures de fer et de manganèse avec formation des succinates correspondants.

MM. Ph. de CLERMONT et J. FROMMEL

SUR LA FORMATION DE L'AURINE.

— Séance du 1er septembre 1879. —

Un certain nombre de chimistes s'occupent depuis quelque temps de la composition de l'aurine et des corps qui lui ressemblent ; il serait trop long d'énumérer tous les travaux qui ne laissent pas que d'être importants. Nous nous sommes proposé de fournir une contribution à cette étude et nous avons institué à cet effet des expériences qui confirment l'équation suivante :

$$CO^2 + 3C^6H^5.OH = 2H^2O + C^{19}H^{14}O^3.$$

Elle signifie qu'une molécule d'acide carbonique réagit sur trois molécules de phénol, en produisant deux molécules d'eau et une d'aurine $C^{19}H^{14}O^3$.

Nous nous sommes demandé, en premier lieu, si c'est réellement l'acide carbonique qui intervient dans la réaction ou bien si c'est l'oxyde de

carbone, ainsi qu'on l'a cru longtemps ; en second lieu, si l'état naissant de l'acide carbonique est une condition indispensable à la production de l'aurine.

Pour résoudre la première question, nous avons fait réagir sous pression à 250° l'oxyde de carbone sur l'acide phénique. Ce dernier est resté inattaqué. L'expérience répétée avec l'acide carbonique a également fourni des résultats négatifs (1).

Par une disposition particulière des tubes, on produisait dans la partie inférieure le gaz qui devait réagir sur le phénol placé à l'extrémité supérieure et complètement isolé des matières donnant naissance à l'oxyde de carbone et à l'acide carbonique. On s'arrangeait de façon que le volume du gaz dépassât un grand nombre de fois celui des tubes et exerçât, par suite, une très forte pression à la température de 250°.

Ce n'est donc ni l'oxyde de carbone, ni l'acide carbonique tout formé qui entre en combinaison. Nous avons alors fait réagir dans les mêmes conditions un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène sur l'acide phénique.

L'oxyde de carbone s'étant combiné à l'oxygène, l'acide carbonique naissant s'est porté sur l'acide phénique en fournissant une quantité notable d'aurine.

L'acide carbonique tout formé n'étant pas apte à produire de l'aurine dans les conditions données, il faut bien croire, ainsi qu'on l'admet généralement à présent, que seulement à l'état naissant son carbone et son oxygène peuvent prendre les positions indiquées par la formule développée

$$\begin{array}{l} //(C^6H^4OH)^2 \\ C—C^6H^4\_\_ \\ \backslash\ O\_\_\_\rceil \end{array}$$

qui exige une dislocation complète de tous les éléments de l'acide carbonique.

M. FILHOL

Professeur à la Faculté des sciences de Toulouse.

SUR LES POLYSULFURES.

— Séance du 3 septembre 1879. —

(1) On a remarqué que l'acide phénique dissolvait sous pression un grand nombre de fois son volume d'acide carbonique, qui le maintient à l'état de surfusion à la température ordinaire.

M. O. CAILLOL de PONCY
Professeur à l'École de médecine de Marseille.

ACIDES GRAS DE L'HUILE DE SÉSAME.

— Séance du 3 septembre 1879. —

Depuis les travaux historiques de Chevreul, il n'a été entrepris aucun travail d'ensemble sur les corps gras. Berthelot, dans sa thèse en 1853, a fixé synthétiquement la composition de ces corps sans se rapporter à aucun groupe particulier, exprimant simplement le fait général.

Depuis ces deux savants, les différents travaux qui ont été effectués dans ce sens n'ont été que des monographies d'acides, sans rechercher si un lien quelconque venait relier les corps gras qui existent simultanément dans un végétal.

Les acides gras appartenant à la série $C^n H^{2n+2} O^2$, ont été parfaitement étudiés, et c'est sur eux surtout que s'est concentrée l'attention des chercheurs. Certains termes tels que les acides coccinique et margarique ont été niés ; mais les autres ont vu leur étude complétée et étendue.

A côté de ces substances, il existe dans tout corps gras d'origine animale ou végétale, un autre principe dont la nature chimique bien connue imprime au corps une nature spéciale et en fait une huile liquide ou une huile concrète. Cet éther a pour acide un acide appartenant à une série voisine de la série $C^n H^{2n-2} O^2$ dont l'acide acrylique forme le premier échelon et l'acide oléique, le terme relativement le plus connu. L'étude de ce corps n'est encore qu'ébauchée. Quelques autres termes ont été isolés et décrits superficiellement, je citerai les acides érucique, hypogéique.

Si l'on veut consulter une étude complète, rien n'est signalé. Les isomères nombreux que la théorie laisse prévoir, ne sont seulement pas indiqués.

Nous essayons depuis quelque temps de remplir cette lacune. Mais ce travail n'est encore qu'ébauché, et nous ne venons vous présenter aujourd'hui que l'étude qui a fait naître un ensemble de recherches que nous poursuivons chaque jour.

Ce que nous allons exposer pour l'huile de sésame, nous nous réservons de le poursuivre pour chaque groupe de corps gras en particulier. L'étude une fois terminée, il nous sera alors permis de tirer une conclusion générale et de montrer le rôle physiologique des matières grasses.

De nos recherches bibliographiques, il est résulté que, dans les divers travaux qui ont trait aux corps gras, les auteurs ne se sont jamais préoccupés de l'origine de la matière qu'ils examinaient. Ils ont déterminé les acides, puis n'ont jamais cherché à relier entre eux les différents principes extraits; ils n'ont pas essayé de voir si un lien quelconque n'existait pas entre ces corps.

C'est à ce point de vue que nous nous sommes placé, pensant que la préexistence des acides de deux séries voisines et différentes devait avoir une raison d'être. Aussi dans le travail que nous poursuivons, avons-nous toujours soin d'étudier ensemble les acides extraits d'un même corps gras d'origine toujours bien déterminée.

L'huile de sésame a été choisie à cause des quantités considérables que nous en avons chaque jour entre les mains et surtout à cause de la singularité que nous ont présentée dès le premier jour les acides extraits.

Ces acides, refroidis, se présentent sous un aspect si nettement cristallisé qu'il suffit de les placer sur une plaque de plâtre pour les voir se séparer de la partie liquide et abandonner une partie cristallisée que nous avons dès le premier jour pris pour un acide nouveau.

Ce corps n'est pas un acide unique; mais il est constitué par un mélangé en partie égale d'acide palmitique et d'acide myristique.

Ce n'est qu'une analyse immédiate au moyen de solutions fractionnées dans l'alcool suivies pour chaque portion isolée de précipitations fractionnées au moyen de l'acétate de magnésie qui nous a permis d'isoler ces deux acides.

Les portions qui se déposent les premières dans le traitement alcoolique ont été réunies, puis dissoutes dans une proportion suffisante d'alcool pour maintenir la totalité en solution. L'acide a été saturé par de l'ammoniaque et la solution ammoniacale précipitée par une solution alcoolique d'acétate de magnésie en proportion telle pour n'obtenir qu'un quart de tout l'acide gras en solution. Ce premier précipité lavé à l'alcool, puis à l'eau et desséché, était décomposé par de l'acide sulfurique étendu; l'acide gras lavé à l'eau, puis desséché.

La même opération a été répétée pour les trois autres quarts.

On a d'abord pris exactement le point de fusion de ces diverses portions; les deux premières fondaient à 62° et ont été réunies ensemble. Le point de fusion du mélange était le même. Les deux autres quarts avaient un point de fusion un peu plus bas et ont été mis à part.

Analyse de la portion fondant à 62°.

I. Matière	0.6635	CO^2 =	1.825	H^2O =	0.7645
II. Matière	0.2355	CO^2	0.6545	H^2O	0.2715

	I.	II.	Théorie pour $C^{16} H^{32} O^2$.
C.....	74,7	75,36	75
H.....	12,8	12,80	12,5.

Le point de fusion ainsi que l'analyse élémentaire nous permettent de conclure que cet acide est de l'acide palmitique.

On a suivi une marche identique pour les portions qui s'étaient déposées les dernières. Solutions fractionnées, précipitations fractionnées. Une seule modification avait été introduite, on rejetait toujours les premières portions.

Les produits obtenus fondaient à 53°8; l'analyse a donné les résultats suivants :

Analyse de la portion entrant en fusion à 53° 8.

I. Matière.....	0.442	CO^2 =	1.1945	H^2O =	0.502
II. Matière.....	0.140	CO^2	0.379	H^2O	0.1545

	I.	II.	Théorie pour $C^{14} H^{28} O^2$
C.....	73,67	73,6	73,68
H.....	12,61	12,26	12,27

C'est donc de l'acide myristique.

Il ne nous a jamais été possible de retirer dans les précipitations fractionnées d'autres acides que les deux signalés.

La présence de deux acides si différents dans ce corps gras nous faisait penser que nous devions être en présence de deux acides oléiques qui, sous l'influence de la végétation, devaient se transformer en acide palmitique et en acide myristique.

L'acide oléique de l'huile de sésame, entièrement séparé des acides solides en traitant son sel de plomb par l'éther, puis précipitant le plomb par l'hydrogène sulfuré, a été séparé en quatre portions différentes au moyen d'une solution alcoolique d'acétate de baryte; chaque portion analysée n'a jamais donné qu'un seul et même acide.

Pour l'acide oléique, nous ne nous sommes basé pour identifier les différentes parties que sur l'analyse élémentaire, qui dans ce genre de recherches est un guide plus sûr que les points de fusion.

Analyses des différents acides oléiques extraits par précipitations fractionnées.

Premier acide.

I. Matière.....	0.512	CO^2 =	1.4065	H^2O =	0.5485
II. Matière.....	0.5295	CO^2	1.467	H^2O	0.5595

Deuxième acide.

III. Matière.....	0.505	CO^2 =	1.403	H^2O =	0.539
IV. Matière.....	0.5315	CO^2	1.476	H^2O	0.5775

Totalité de l'échantillon analysé.

V. Matière.....	0.5365	CO^2	1.480	H^2O	0.5715

	I.	II.	III.	IV.	V.	Théorie pour $C^{36}H^{31}O^2$
C.....	74,91	75,55	75,53	75,72	75,25	75,57
H.....	11,71	11,73	11,82	12,07	11,83	11,81

L'huile de sésame est donc constituée par trois éthers formés par les acides oléique, palmitique et myristique.

Nous avons entrepris l'étude des propriétés de cet acide oléique. Nous ne voulons aujourd'hui signaler qu'une réaction (1).

Cet acide est décomposé comme le veut la théorie des acides de la série acrylique, et on trouve dans les produits de la transformation de l'acide acétique et de l'acide myristique.

Cette réaction s'effectue en vertu de la formule :

$$C^2 \left| \begin{array}{l} H \\ C^{14}H^{28} \\ O.OH \end{array} \right. + 2H^2O = C^2 \left| \begin{array}{l} H \\ H^2 \\ O.OH \end{array} \right. + C^{14}H^{28}O^2 + H^2$$

et permet de fixer la constitution de l'acide oléique de l'huile de sésame.

Nous avons réussi à opérer cette décomposition en nous servant simplement de l'eau agissant en vases clos à la température de 200° (2).

Nous nous permettrons en terminant de poser une conclusion qui, en l'état de la question, est un peu hasardée; mais je tiens à l'émettre pour vous faire voir où tendent les recherches que je poursuis depuis quelque temps.

Les huiles conservées pendant longtemps se décomposent et deviennent entièrement solubles dans l'alcool. A ce moment, la quantité d'acide solide (myristique et palmitique) augmente considérablement. Les huiles extrêmement vieilles se prennent en masse à la température ordinaire. Il nous a été permis de constater la présence de l'acide acétique.

Ces faits, qui sont indiscutables, nous permettent de dire que l'embryon, semblable à un tissu, décompose l'acide oléique comme le ferment décompose le sucre, forme de l'acide acétique qui est complètement brûlé et laisse l'acide myristique. Ce dernier est brûlé en partie.

(1) La transformation sous l'influence de la potasse en fusion.

(2) L'acide oléique traité par l'amalgame de sodium, se transforme en acide palmitique. Nous ne l'avons spécifié que par son point de fusion 62°.

Cette décomposition ne peut s'effectuer qu'avec apport d'oxygène et d'hydrogène qui proviennent de l'eau décomposée. L'excès d'hydrogène qui se dégage dans la réaction ne part pas, mais se combine avec l'acide oléique, complète sa molécule en donnant naissance à de l'acide palmitique.

L'idée que j'émets est une hypothèse; mais on entrevoit qu'il ne faut que très peu de chose pour la transformer en réalité :

Suivre la migration de l'huile dans une graine pendant sa formation, sa germination, et doser comparativement les principes solides et les principes liquides.

Ce travail a déjà été entrepris dans un autre but par I. Pierre en 1860. Nous le reprenons et nous le poursuivons dans le but que nous venons d'indiquer.

MM. Ph. de CLERMONT et J. FROMMEL

OBSERVATIONS SUR LES BAINS SULFUREUX.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

On est porté à croire qu'action de certains bains minéraux ne s'explique bien qu'en tenant compte des courants électriques qui y prennent naissance, et que leur efficacité est dans une certaine limite proportionnelle à l'intensité de ces courants. A.-C. Becquerel (1) a constaté dans ses expériences que les monosulfures déterminent des courants plus énergiques que les polysulfures : la force électromotrice d'une solution aqueuse de persulfure de potassium à 15° Baumé étant représentée par 163, celle du monosulfure de sodium à 15° B., le sera par 248. Ces observations concordent avec des faits de pratique, ainsi que le signale M. Onimus (2); en effet, selon lui, quelques médecins ont obtenu plus d'effets, par l'emploi des bains sulfureux, en remplaçant par des monosulfures les polysulfures employés d'ordinaire.

Ces remarques nous ont amenés à penser que peut-être l'hydrogène sulfuré mis en liberté à la température du bain, avait une certaine influence thérapeutique, que l'action était proportionnelle à la quantité

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXIV, p. 146.
(2) *Revue scientifique*, numero du 2 mars 1878, p. 829.

de ce gaz et que de plus celle-ci croissait avec la force électromotrice développée. Pour élucider la question, on a fait les expériences suivantes : on s'est placé autant que possible dans les conditions que présente un bain sulfureux ordinaire sous le rapport de la densité du liquide et de la température, on a pris 50cc d'une dissolution de monosulfure de sodium à 50° Baumé et on les a étendus à 500cc ; on a chauffé dans un ballon à 34° et, arrivé à cette température, on a versé au moyen d'un entonnoir à robinet un excès de chlorure de manganèse parfaitement neutre. A ce moment on a refroidi énergiquement afin d'empêcher le sulfure de manganèse formé de dégager lui-même un peu d'hydrogène sulfuré. Tout le soufre du sulfure de sodium existant a ainsi été précipité à l'état de sulfure de manganèse, et il est resté dans le matras tout l'hydrogène sulfuré qui avait été mis en liberté, grâce à l'élévation de la température à 34°. Puis on a fait passer pendant plusieurs heures un courant de gaz hydrogène pour entraîner l'hydrogène sulfuré libre qui a été recueilli dans une dissolution titrée d'iode. On a ainsi obtenu 0gr,0118 d'hydrogène sulfuré. L'expérience, effectuée avec le polysulfure de potassium, dans les mêmes conditions, a conduit à 0gr,0206 d'hydrogène sulfuré. Deux observations successives ont donné des résultats sensiblement identiques. Ces chiffres qui n'ont rien d'absolu font voir néanmoins que les quantités d'hydrogène sulfuré dégagées par le persulfure et le monosulfure sont entre elles comme 2 est à 1. Le polysulfure étant moins efficace au point de vue médical que le monosulfure, et sa force électromotrice étant moindre aussi que celle du monosulfure, nos expériences nous permettent de conclure que la quantité d'hydrogène sulfuré que renferme une eau sulfureuse n'est pas, au moins dans le cas donné, proportionnelle à l'action thérapeutique et à l'intensité du courant électrique.

M. AMAURY DE MONTLAUR

SUR L'ACIDE PYROGALLIQUE ET SES PHTALÉINES.

— Séance du 3 septembre 1879. —

Dans la préparation de l'acide pyrogallique, on n'obtient qu'un faible rendement, dû à la formation d'acide métagallique dont la quantité est pour ainsi dire complémentaire de l'acide pyrogallique. Il en dérive par déshydratation :

$$C^6 H^6 O^3 = C^6H^4 O^2 + H^2O.$$

On en diminue la proportion en chauffant rapidement et ne desséchant pas absolument le gaz qui empêche le contact de l'air.

En outre, il vaut mieux se servir d'hydrogène que d'acide carbonique puisque la tension de ce gaz est moins voisine de la tension maximum de dissociation du composé. J'ai trouvé bon aussi d'absorber ce gaz au delà du récipient où se condense l'acide pyrogallique par une solution caustique.

En opérant ainsi j'augmente d'environ 5 0/0 le rendement, je n'ai jamais pu dépasser en acide pyrogallique 40 0/0 du poids de l'acide gallique.

J'ai donc été conduit à chercher un procédé qui abaissât la température à laquelle la réaction se produit au-dessous de la température de formation de l'acide métagallique (il commence déjà à apparaître vers 190-200 degrés).

C'est M. Stenhouse qui m'a indiqué la voie à suivre (*Journal of Chemical Society*, tome XVII, p. 7.) Il a obtenu le tribromopyrogallol en chauffant à 100 degrés en tubes scellés l'acide gallique avec le brome aqueux : on obtient le tribromopyrogallol de l'anhydride carbonique :

$$C^7 H^6 O^5 + 6Br = C^6 H^3 Br^3 O^3 + 3HBr + CO^2$$

La même réaction fut produite avec le tannin, car le brome du commerce contient assez d'eau pour le transformer en acide gallique.

M. Stenhouse concluait de l'absence du glucose sous quelque forme que ce soit que le tannin n'est pas un glucoside.

La préparation du pyrogallol, en partant de ces données, est très difficile et exige de grandes précautions. Je ne m'arrêterai pas sur les détails d'expérience, je dirai seulement que la réaction se fait dans un autoclave en fonte émaillée et que le mélange de brome et de tannin est opéré par un dispositif particulier afin d'éviter les pertes de brome.

On chauffe environ deux heures au bain-marie avec une solution de chlorure de calcium vers 120 degrés. Au bout de ce temps, je mets la partie supérieure de l'appareil en communication avec un récipient froid où se condensent des vapeurs de brome et HBr se dissout dans une petite quantité d'eau qu'on a soin de laisser dans cet appareil.

Le tribromopyrogallol est lavé à l'eau froide et remis dans l'autoclave avec de l'hydrosulfite de soude : on chauffe vers 60 degrés; j'enlève la majeure partie du sulfite formé, sépare l'acide pyrogallique par l'alcool et je le purifie par plusieurs cristallisations dans le vide.

Tel est mon premier procédé que j'ai modifié ainsi :

J'emploie le chlore en solution dans le tétrachlorure de carbone ou le bichlorure de soufre.

Je lave soigneusement le dérivé chloré qui se présente sous forme d'une masse brun rouge soluble dans l'alcool à chaud dont il se dépose par refroidissement en cristaux volumineux.

Je traite ce composé par l'hydrosulfite de soude; je sépare le pyrogallol du chlorure de sodium par l'alcool et par deux ou trois cristallisations (d'après la manière suivant laquelle les opérations ont été conduites).

On obtient un produit qui ne le cède en rien à celui que fournissent les principaux fabricants, mais j'ai obtenu 60 à 70 0/0 du poids de l'acide gallique : le double et plus de ce que fournit l'autre méthode.

Les phtaléines du pyrogallol sont la galléine et la céruléine. Découvertes par Bœyer, en 1871, préparées par L. Durand et Huguenin, de Bâle, en 1874, ces belles matières colorantes sont malheureusement d'un prix très élevé.

La galléine s'obtient en chauffant vers 200 degrés, jusqu'à durcissement, l'acide phtalique avec le double de son poids d'acide pyrogallique. En fondant le tribromopyrogallol avec de l'acide phtalique, lavant à grande eau le produit obtenu et le traitant par le bisulfite de soude bouillant, la liqueur fortement acide me donne un dépôt de galléine très abondant. (Brevet du 15 décembre 1877.)

La phtaléine du tribromopyrogallol est un corps d'une couleur cachou insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.

Ces recherches ont nécessité de ma part une étude des tannins : j'ai donc repris beaucoup d'expériences récentes, entre autres celles de MM. Paul et Kinzett (*Journal of Chemical Society*). Ils se rangent à l'avis de M. Schiff et disent que le tannin n'est pas un glucoside et confirment l'opinion que le tannin ne peut être comparé qu'à lui-même, le cachou au cachou, le mimosa au mimosa.

La quantité de glucose que j'ai trouvée a été toujours en relation avec les impuretés contenues dans le tannin, car il faut voir que bien rarement les tannins sont extraits dans l'industrie par l'alcool ou l'éther. Mais l'analyse d'un tannin est chose si difficile que les résultats obtenus par deux méthodes différentes ne sont pas comparables.

J'ai aussi étudié les extraits de châtaigniers vendus sous le nom d'acide gallique, par Ausset et Hermet, de Nîmes.

En faisant bouillir ce produit avec 5 0/0 d'acide sulfurique étendu de son poids d'eau pendant deux heures, traitant ensuite par l'acétate de plomb, on obtient un précipité. Je le dissous par l'hydrogène sulfuré; j'enlève l'acide sulfurique par le carbonate de plomb et le tannin non transformé par l'albumine que je coagule ensuite.

La liqueur filtrée, convenablement concentrée, a une couleur jaune légèrement rouge.

L'acide que d'ailleurs je n'ai jamais pu isoler est distinct de celui obtenu du cachou par Paul et Kinzett, par ce fait que, même très concentré, il ne donne pas de précipité par le perchlorure de fer, mais seulement une coloration bleue peu foncée, et que la coloration avec l'ammoniaque au lieu d'être rouge est bien rougeâtre, même quand la liqueur ne possède aucun pouvoir oxydant.

En résumé :

En passant par les produits de substitution, j'obtiens l'acide pyrogallique et ses dérivés d'une manière bien plus rémunératrice, et j'ai vérifié une fois de plus la différence qui existe entre un tannin et les autres quant à la formation de produits analogues à l'acide gallique.

M. ENGEL

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LES DENSITÉS DE VAPEUR ANORMALES.

— Séance du 4 septembre 187 . —

M. LORIN

Préparateur de chimie industrielle et de physique générale, Chef de manipulation de physique à l'École centrale.

ACTION SPÉCIALE DE L'ACIDE FORMIQUE SUR LE TÉRÉBENTHÈNE.

— Séance du 4 septembre 1879. —

On sait que l'acide sulfurique, à froid, modifie le térébenthène, en donnant un dégagement de chaleur très intense. Certains acides organiques, polybasiques, tels que les acides tartrique, oxalique et citrique, peuvent agir à 100 degrés pour produire cette modification. Les acides gras, à la température ordinaire, n'exercent pas d'action sensible.

J'ai vérifié que l'acide formique, au contraire, fait exception, et modifie

à froid la térébenthène. L'influence des quantités et du mode opératoire est particulièrement mise en évidence dans la réaction de ce carbure et de l'acide formique. En effet, en employant le chercheur thermique avec $3^{gr},4$ de carbure et $2^{gr},3$ d'acide, on n'a obtenu que $d = 3^{\circ},5$, l'acide restant au fond du creuset, malgré l'agitation. Mais fait-on agir, *dans un matras d'essai oblong*, 70 grammes de térébenthène et 23 grammes d'acide formique absolu, on obtient une réaction très marquée, et par une agitation de quelques minutes, la température s'élève de $d = 41$ degrés. L'acide formique disparaît; on a un seul liquide, homogène, de couleur jaune-paille, exhalant à la fois et très vivement l'odeur de l'acide formique et l'odeur citronnée.

Dans une autre expérience, avec une proportion double d'acide formique, 23 grammes, et avec 35 grammes de térébenthène, le thermomètre à *court réservoir* a monté de 25 à 100 degrés, d'où $d = 75$, résultat très remarquable. Il n'est pas indispensable que l'acide formique soit absolu : avec de l'acide à 93, une combinaison plus lente s'est faite, sans que l'eau apparaisse; la combinaison n'a pas lieu avec de l'acide à 4HO. L'essence de citron et l'acide formique réagissent également, mais d'une manière moins marquée.

L'acide acétique cristallisable et le térébenthène donnent un abaissement de température et une dissolution physique instantanés; les autres acides gras ont une action analogue; tandis que la dissolution est chimique et lente avec l'acide formique et accompagnée d'un très grand dégagement de chaleur; la combinaison de l'acide formique, comme la décomposition du produit formé avec le térébenthène, est également successive, caractères d'une combinaison éthérée, et qu'on a pu isoler par un abaissement de température.

Rapprochée de son pouvoir inversif, de son action toute spéciale sur les sels sans l'intervention d'un dissolvant, et aussi sur certaines teintures, de son activité à la combinaison avec les alcools polyatomiques, *cette réaction, si intense et si imprévue de l'acide formique sur le térébenthène, constitue le caractère le plus distinctif de la fonction chimique de cet acide.*

Il ne sera pas indifférent, dans certains cas où l'acide doit avoir une action modérée, de substituer l'acide formique à l'acide sulfurique, par exemple. Je me propose d'examiner, plus tard, l'influence de l'acide formique sur l'isomérie dans les carbures térébéniques, problème qui a été étudié avec tant de succès par MM. Dumas, Berthelot et Riban. Cette note n'est donc qu'une prise de date.

On peut distinguer facilement les acides cristallisables, formique et acétique, en introduisant une goutte de chacun d'eux dans un tube fermé par un bout, et ajoutant un peu de térébenthène : l'acide acé-

tique est dissous, sans stries, par l'agitation, tandis que l'acide formique donne des stries, reste insoluble, se colore et donne un produit rosâtre avec l'odeur citronnée. Cette réaction est instantanée au bain-marie, et se produit également avec l'acide oxalique sec. Il ne me paraît pas douteux que l'acide lactique exerce sur le térébenthène une action analogue à celle qu'exerce l'acide formique.

M. Louis HENRY

Professeur de Chimie à l'Université catholique de Louvain.

SUR L'OXYDATION SPONTANÉE DE L'ACIDE NITROLACTIQUE

— Séance du 4 septembre 1879. —

On a déjà signalé, depuis longtemps et à diverses reprises, la formation de l'acide cyanhydrique CH Az, lors des phénomènes d'oxydation réalisés par l'acide azotique, soit dans les combinaisons grasses, soit dans les combinaisons aromatiques.

J'ai récemment constaté un fait de ce genre, se produisant avec une netteté exceptionnellement remarquable.

Il s'agit de l'oxydation spontanée que subit après quelque temps l'acide *nitrolactique*

$$\begin{array}{l} CO\ OH \\ | \\ CH\ (Az\ O_3) \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

ou plus exactement l'éther nitrique de l'acide lactique que j'ai moi-même fait connaître précédemment.

Abandonné à lui-même, dans les conditions ordinaires, l'acide nitrolactique fournit abondamment de l'acide cyanhydrique et de l'acide oxalique, conformément à l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} CO\ OH \\ | \\ CH\ (Az\ O_3) \\ | \\ CH_3 \end{array} = \begin{array}{l} CO\ (OH) \\ | \\ CO\ (OH) \end{array} + H_2\ O + CH\ Az.$$

L'acide nitrolactique devient par suite moins épais, et au fond s'y développent, en quantité de plus en plus considérable, des cristaux d'acide oxalique.

L'acide cyanhydrique révèle déjà sa présence par son odeur ; on peut, du reste, le retirer aisément et totalement en faisant passer à travers l'acide nitrolactique, en voie d'oxydation, un courant d'air qui traverse ensuite une solution étendue de potasse caustique. Celle-ci, après peu de temps, est chargée de cyanure de potassium.

Cette altération marche assez rapidement. De l'acide nitrolactique préparé à ma leçon, il y a un mois et demi, et que j'ai examiné l'un de ces derniers jours, était déjà fortement chargé d'acide cyanhydrique.

Ainsi que je l'ai déjà dit, cette réaction s'opère dès la température ordinaire. Elle me paraît être activée par la lumière directe du soleil. Je n'ai pas constaté que la chaleur l'accélérât.

Deux remarques pour finir cet objet. La qualité de composé endothermique de l'acide azotique, explique bien l'action oxydante énergique exercée par le résidu halogénique $Az\ O_3$ de cet acide ; il me semble, en outre, que la transformation du chaînon $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \end{array}$ en chaînon $\begin{array}{c} C\ (OH)_3 \\ | \end{array}$ est favorisée par le voisinage d'un chaînon carboxyle $\begin{array}{c} CO\ (OH) \\ | \end{array}$ déjà formé.

Quoi qu'il en soit, la production de l'acide cyanhydrique dans les phénomènes d'oxydation nitrique, me paraît pouvoir être rattachée à l'existence, dans les composés organiques, d'un chaînon hydrocarboné CH ; on pourrait citer de ce fait de nombreux exemples ; celui que je viens de signaler est frappant. Je me propose d'examiner, à ce point de vue, d'autres composés nitriques et notamment l'azotate d'isopropyle $CH_3 — CH\ (Az\ O_3) — CH_3$.

Je passe à un autre mode nouveau et non moins intéressant de formation de l'acide oxalique.

M. Louis HENRY

Professeur de Chimie à l'Université catholique de Louvain.

SUR L'ADDITION DE L'OXYGÈNE LIBRE AUX COMPOSÉS NON SATURÉS.

— Séance du 4 septembre 1879. —

On connaît les phénomènes remarquables, signalés l'an dernier par MM. Demole et Dürr, d'addition de l'oxygène libre à certains composés non saturés et notamment à divers dérivés haloïdes de l'éthylène, $C_2\ H_2\ Cl_2$, $C_2\ H\ Br_2$, $C_2\ H_2\ Cl\ Br$ et $C_2\ H\ Br_3$.

Dans le cours des études que je poursuis sur les dérivés non saturés, j'ai constaté un fait de ce genre qui me paraît offrir un haut intérêt, à divers points de vue. Voici à quel sujet :

De l'Éther tétrachloré : $(C\,Cl_3 - CHCl)$-O-$(C\,H_2 - CH_3)$, produit de l'action de $Ph\,Cl_5$ sur l'alcoolate de chloral, composé que j'ai fait connaître autrefois, on a déduit, sous l'action de la potasse alcoolique, un dérivé éthylénique trichloré et mono-éthyl-oxylé de la formule

$$C\,Cl_2 = C\,Cl\,(O\,C_2\,H_5)$$

liquide bouillant à 152°.

Dans un but qu'il est inutile d'indiquer en ce moment, j'ai été amené à me préparer une certaine quantité de ce dernier composé ainsi que du composé méthylique correspondant,

$$\begin{array}{l} C\,Cl\,(OCH_3) \\ \| \\ C\,Cl_2. \end{array}$$

lequel est aussi liquide et bout vers 130°-135°.

Quand on abandonne ces corps à l'air ordinaire, on constate qu'ils ne tardent pas à répandre des fumées continues d'acide chlorhydrique ; ils deviennent en même temps humides et, après quelque temps, toute la quantité du liquide est transformée en une masse cristalline. J'ai reconnu que ces cristaux sont de l'acide oxalique parfaitement pur. Cette action est surtout rapide quand ces corps sont étendus en couches minces au contact de l'air, sur un vase à fond plat.

J'ai constaté de plus que l'oxygène pur, et parfaitement sec, s'unit dès la température ordinaire à ces dérivés éthérés de l'éthylène perchloré. On en agite une certaine quantité, dans une fiole en verre mince, remplie à diverses reprises d'oxygène pur et sec. L'absorption marche, au commencement surtout, avec une certaine rapidité, en dégageant une chaleur notable. A la suite de cette absorption d'oxygène, le composé éthylénique primitif se modifie profondément dans ses propriétés : il devient un liquide d'une odeur très forte, suffocante, rappelant tout à fait celle des chlorures acides, fumant intensément à l'air, se décomposant par l'eau et au contact de l'air humide en acide oxalique avec dégagement d'acide chlorhydrique.

Le produit primitif étant

$$\begin{array}{l} C\,Cl\,(OCH_3) \\ \| \\ C\,Cl_2, \end{array}$$

le composé qui en résulte par fixation d'oxygène pourrait être théoriquement

$$\begin{array}{l} C\ O - OCH_3 \\ | \\ C\ Cl_3. \end{array}$$

le trichloro-acétate de méthyle, etc.; la description que j'ai donnée de ce produit éloigne cette supposition; d'ailleurs, on ne trouve pas de trichloro-acétate alcoolique dans cette opération.

Ce composé oxygéné d'addition doit être, au contraire,

$$\begin{array}{l} CO\ Cl \\ | \\ C\ Cl_2\ (OCH_3), \end{array}$$

c'est-à-dire le dérivé bichloré correspondant au monochlorure oxalique que j'ai signalé précédemment.

$$\begin{array}{l} CO\ Cl \\ | \\ C\ Cl_2\ (OC_2\ H_5). \end{array} \qquad \begin{array}{l} CO\ Cl \\ | \\ CO\ (OC_2\ H_5). \end{array}$$

On conçoit combien un tel corps doit être altérable à l'air humide et avec quelle facilité il passe à l'acide oxalique.

Je me réserve de faire l'étude de ces produits nouveaux, si tant est que je parvienne à les obtenir à l'état d'isolement et de pureté, ce qui me paraît devoir être assez difficile (1). Je puis espérer que des composés de cette nature pourront être fructueusement utilisés comme agents de synthèse.

Il est assez remarquable que l'éthylène perchloré oxy-alcoolique

$$\begin{array}{l} C\ Cl\ (OCH_3) \\ | \\ C\ Cl_2 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} C\ Cl\ (OC_2\ H_5) \\ | \\ C\ Cl_2 \end{array}$$

se montre si sensible à l'action de l'oxygène, alors que l'éthylène perchloré lui-même, $C_2\,Cl_4$, ne s'y combine pas, ainsi que l'ont constaté MM. Demole et Dürr.

Je crois devoir, avant de terminer cet objet, présenter quelques observations concernant le mécanisme de cette addition d'oxygène et la structure des composés dits non saturés.

(1) J'ai réussi depuis à isoler et à obtenir à l'état de pureté le dérivé

$$\begin{array}{l} CO\ Cl \\ | \\ C < \begin{array}{l} Cl_2 \\ OC_2\ H_5 \end{array} \end{array}$$

dont l'analyse a été faite. Je le décrirai ultérieurement.

(Louvain, janvier 1880.)

M. Demole conserve aux composés dont il s'est occupé les formules qu'on leur assigne habituellement

$$\begin{array}{c} CH\ Cl \\ \| \\ CH\ Cl \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH\ Br \\ \| \\ CH\ Br \end{array} \qquad \begin{array}{c} C\ Br_2 \\ \| \\ CH\ Br \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} CH\ Cl \\ \| \\ CH\ Br. \end{array}$$

Il considère particulièrement le composé $\begin{array}{c} CH\ Br \\ \| \\ CH\ Br \end{array}$

Selon lui, la fixation d'oxygène et la polymérisation du composé primitif sont deux phénomènes connexes.

Il admet qu'il se forme transitoirement un composé

$$\begin{array}{c} CH\ Br \\ \| \\ C \end{array} \quad \text{en même temps que } H\ Br$$

composé dont une partie absorbe de l'oxygène et de l'acide bromhydrique pour former

$$\begin{array}{c} CH_2\ Br \\ | \\ CO\ Br \end{array}$$

du bromure d'acétyle monobromé et dont l'autre se polymérise en absorbant H Br seul

$$\left(\begin{array}{c} CH\ Br \\ \| \\ C \end{array}\right)_n + n\ H\ Br = n \left(\begin{array}{c} CH\ Br \\ \| \\ CH\ Br \end{array}\right)$$

les rapports d'intensité entre le phénomène de la polymérisation et celui de l'oxydation dépendant des circonstances physiques indiquées.

M. Fittig, qui s'est occupé plus tard de ces réactions remarquables, ne se rallie pas à cette théorie. Il admet plutôt que les composés éthyléniques susceptibles d'oxydation sont des composés véritablement non saturés, à unités d'affinités libres. Ainsi $C_2H_2Br_2$ et C_2HBr_3 sont respectivement, selon lui :

$$\begin{array}{c} CH_2Br \\ | \\ CBr \\ \| \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} CHBr_2 \\ | \\ CBr \\ \| \end{array}$$

L'oxygène comblerait simplement les vides existant dans les molécules.

On le voit, c'est la théorie des lacunes qui refait son apparition.

Je ne partage pas la manière de voir de M. Demole, pas plus que celle de M. Fittig, parce que je crois inutile de recourir à des suppositions nouvelles pour expliquer ces phénomènes d'oxydation.

Ce n'est certainement pas le moment de discuter *in extenso* la théorie des *lacunes* et celle des *soudures multiples;* je me borne à dire que je tiens à conserver le principe fondamental, admis universellement, je puis le dire jusqu'ici, que lors de la formation des composés dits non saturés par élimination, aux dépens d'un composé saturé primitif, d'un système moléculaire HX, XX, XX', X et X' représentant un radical simple ou composé, les radicaux éliminés le sont, *généralement et habituellement*, aux dépens de deux chaînons carbonés distincts et déjà soudés au préalable.

Je conserve donc à l'éthylène bibromé, à l'éthylène chloro-bromé et à l'éthylène tribromé, oxydés par M. Demole, les formules qu'il leur attribue.

$$\begin{array}{c} CHBr\ (1) \\ | \\ CHBr \end{array} \qquad \begin{array}{c} CHCl \\ | \\ CHBr \end{array} \qquad \text{et} \qquad \begin{array}{c} CBr_2 \\ | \\ CHBr \end{array}$$

laissant de côté la soudure multiple, que j'admets d'ailleurs.

L'alcoolate de chloral étant

$$CCl_3 - CH \begin{cases} OH \\ O - CH_2 - CH_3 \end{cases}$$

et son dérivé chlorhydrique par $PhCl_5$

$$CCl_3 - CH \begin{cases} Cl \\ O - CH_2 - CH_3 \end{cases}$$

Le dérivé qui en résulte par l'action de la potasse alcoolique éliminant HCl, ne peut être que

$$CCl_2 = C \begin{cases} Cl \\ OC_2H_5 \end{cases}$$

avec une double soudure entre CCl^2 et C <.

J'admets que sous l'action de l'oxygène, ces corps se comportent comme sous l'action des corps halogènes, des hydracides halogénés, etc.; l'oxygène se porte, tout à la fois, en les reliant, sur les deux atômes de carbone voisins, aux dépens desquels le composé primitif a été transformé en dérivé non saturé par élimination de HX ou XX.

(1) Il a été prouvé récemment, par M. Anschütz et M. Demole lui-même, que l'éthylène bibrôme $C_2H_2Br_2$ dont M. Demole s'est servi est, *non pas le bibrômure d'acétylène*, CHBr = CHBr, mais un *composé dissymétrique* $CBr_2 = CH_2$. Cette circonstance ne change rien à ma manière de voir, ces deux corps devant se comporter de la même façon vis-à-vis de l'oxygène. – Louvain, janvier 1880.

Ainsi

$$\begin{matrix} CHBr \\ \| \\ CHBr \end{matrix} + O = O \begin{matrix} CHBr \\ | \\ CHBr \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} C \\ | \\ CCl^2 \end{matrix} \begin{matrix} Cl \\ OC_2H_5 \end{matrix} + O = O \begin{matrix} C \\ | \\ CCl_2 \end{matrix} \begin{matrix} Cl \\ OC_2H_5 \end{matrix}$$

Mais ces composés oxygénés d'addition n'ont qu'une existence virtuelle. Par une transposition atomique, il se forme un chaînon chlorure ou bromure acide $\underset{|}{COCl}$ ou $\underset{|}{COBr}$. L'expérience constate, en effet, que l'oxygène se déplace facilement toutes les fois qu'il est fixé sur deux atômes de carbone distincts, combinés eux-mêmes avec des corps halogènes, déplacement à la suite duquel se forment des composés nouveaux, notamment des chlorures acides, $\underset{|}{COCl}$. COBr, l'oxygène se fixant sur un seul atôme de carbone.

C'est le moment de rappeler ici les faits remarquables constatés dans l'action de la chaleur sur les divers éthers perchlorés, préparés, il y a une quarantaine d'années environ, par MM. Malagutti, Cahours, Leblanc, Regnault, Cloëz, etc.

Tous ces corps, sous l'action d'une température plus ou moins élevée, se dédoublent en plusieurs molécules nouvelles, dont une au moins est un chlorure acide renfermant le groupement $\underset{|}{COCl}$. J'en citerai quelques exemples :

1° Formiate de méthyle perchloré

$$O \begin{matrix} COCl \\ CCl_3 \end{matrix} = 2COCl_2$$

2° Formiate d'éthyle perchloré

$$O \begin{matrix} CClO \\ CCl_2 - CCl_3 \end{matrix} = COCl^2 + \begin{matrix} COCl \\ | \\ CCl_3 \end{matrix}$$

3° Acétate de méthyle perchloré

$$\begin{matrix} CCl_3 - CO \\ CCl_3 \end{matrix} > O = COCl_2 + \begin{matrix} COCl_3 \\ | \\ CCl_3 \end{matrix}$$

4° Acétate d'éthyle perchloré

$$\begin{matrix} CCl_3 - CO \\ CCl_3 - CCl_2 \end{matrix} > O = 2 \begin{matrix} COCl \\ | \\ CCl_3 \end{matrix}$$

5° Carbonate d'éthyle perchloré

$$CO \begin{cases} O - CCl^2 - CCl_3 \\ O - CCl_2 - CCl_3 \end{cases} = CO_2 + \begin{matrix} COCl \\ | \\ CCl_3 \end{matrix} + \begin{matrix} CCl_3 \\ | \\ CCl_3 \end{matrix} \text{ (1)}$$

6° Oxalate de méthyle perchloré

$$\begin{matrix} CO - O - CCl_3 \\ | \\ CO - O - CCl_3 \end{matrix} = CO + 3COl_2$$

7° Oxalate d'éthyle perchloré

$$\begin{matrix} CO - O - (CCl_2 - CCl_2) \\ | \\ CO - O - (CCl_2 - CCl_3) \end{matrix} = CO + COCl_2 + 2 \begin{matrix} COCl \\ | \\ CCl_3 \end{matrix}$$

8° Oxyde de méthyle perchloré

$$O \begin{cases} CCl_3 \\ CCl_3 \end{cases} = COCl_2 + CCl_4$$

9° Oxyde d'éthyle perchloré

$$O \begin{cases} CCl_2 - CCl_3 \\ CCl_2 - CCl_3 \end{cases} = \begin{matrix} COCl \\ | \\ CCl_3 \end{matrix} + \begin{matrix} CCl_2 \\ | \\ CCl_3 \end{matrix}$$

Il n'est pas inutile de rappeler ici que l'acétone hexachlorée

$$\begin{matrix} CCl_3 & CO & CCl_3 \\ | & | & \end{matrix}$$

composé fortement chloré, mais où l'oxygène est fixé sur un seul atôme de carbone distille sans altérations de même que le chlorure de trichloro-acétyle.

$$\begin{matrix} COCl \\ | \\ CCl_3 \end{matrix}$$

La formation de composés à fonction chlorure ou bromure acide, CO Cl ou CO Br, lors de l'oxygénation des composés chlorés et bromés de l'éthylène, et celle de produits analogues par l'action de la chaleur sur divers éthers perchlorés sont donc des phénomènes du même ordre, mais se produisent à des degrés fort éloignés de l'échelle thermométrique. On conçoit que là où l'oxygène est fixé sur deux atomes de carbone soudés l'un à l'autre, cette transposition se produit plus facilement que là où l'oxygène est fixé sur deux atomes de carbone distincts et

(1) Cette décomposition, qui devrait être plus simple, mériterait d'être réexaminée.

séparés l'un de l'autre dans la molécule. La chimie offre de nombreux exemples de phénomènes de même nature au fond, mais se produisant à des températures fort diverses; ainsi en est-il notamment de la déshydratation des hydroxydes; certains de ceux-ci sont assez instables pour se transformer au sein de l'eau, au moment où ils prennent naissance en leurs anhydrides, d'autres nécessitent l'application de la chaleur, et ne se déshydratent qu'à une température plus ou moins élevée, etc.

Quelle est à présent la raison pour laquelle l'oxygène, dans des composés riches en corps halogènes, se porte de préférence sur un seul atome de carbone? J'avoue l'ignorer totalement; c'est un fait; il me suffit pour le moment de le constater, et je crois faire acte de prudence en m'abstenant de tenter de l'expliquer.

Pour terminer, je ne vois donc pas dans les faits si nouveaux et si remarquables reconnus dans les dérivés haloïdes non saturés de raison pour modifier les idées que l'on se fait généralement à présent sur la constitution générale de cette classe de combinaisons.

M. Louis HENRY

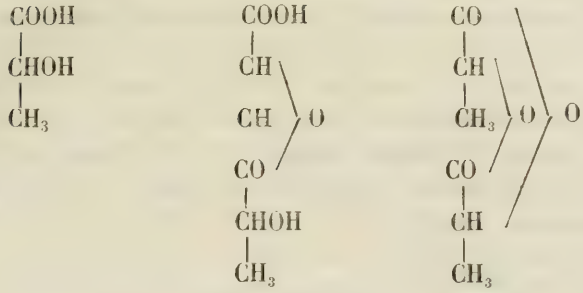
Professeur de Chimie à l'Université catholique de Louvain.

SUR LA DISTILLATION SÈCHE DU TRICHLORO-ACÉTATE DE SODIUM.

— Séance du 4 septembre 1879. —

L'action de la chaleur sur les composés organiques à *fonctions multiples* est une des questions générales de la plus haute importance, assez vaste pour faire l'objet des travaux de nombreux chimistes. C'est au fond l'action réciproque de composés divers, réunis en une molécule unique.

J'ai déjà autrefois abordé cette question en un de ses points : l'action de la chaleur sur les *acides-alcools*. J'ai fait voir qu'en ce qui concerne l'acide lactique, cette action est au fond un véritable phénomène d'éthérification, s'accomplissant d'une manière complète en deux phases successives pour former d'abord l'acide dilactique et finalement la lactide.



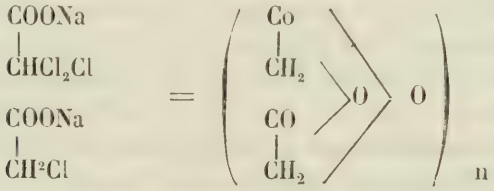
Acide dilactique. Lactide.

Je suis revenu récemment sur cette question générale par un autre côté, l'action de la chaleur sur les sels des acides substitués, je veux dire des acides chlorés, bromés, etc., produits de la réaction des corps halogènes sur d'autres acides.

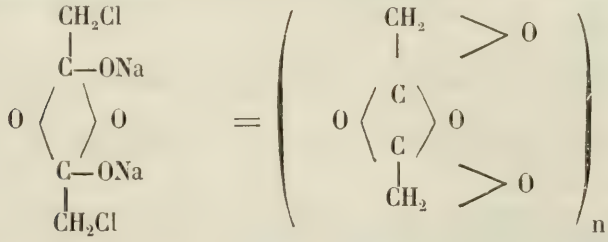
Ceux que je me propose d'examiner sont les sels des acides *chloro-acétiques*.

Ces acides chloro-acétiques sont au fond des éthers haloïdes, et l'action qu'ils subissent de la part de la chaleur est en définitive celle d'un éther chlorhydrique sur un sel à acide organique.

En ce qui concerne les mono-chloro-acétates, il n'y a plus, pour le moment du moins, rien à faire; on sait, surtout après les travaux de MM. Tscherniak et Norton, avec quelle facilité le mono-chloro-acétate de sodium fournit le *glycolide*.



ou plus exactement



l'état de pureté. Je ne m'arrêterai pas à décrire la préparation de ce sel.

Quand on parle dans les ouvrages et les dictionnaires de chimie de la décomposition des trichloro-acétates par la chaleur, on se borne à dire, à la suite d'une indication sommaire de M. Kolbe, laquelle remonte à près de quarante ans, que ces sels chauffés se dédoublent en $COCl_2,CO$ et chlorure métallique.

$$\begin{array}{c} COOR \\ | \\ CCl_3 \end{array} = CO + COCl_2 + \overset{|}{RCl}.$$

Le fait est vrai, mais il ne représente qu'une partie du phénomène de la distillation sèche de ces sels, lequel est, au fond, bien plus complexe. On verra tout à l'heure comment cette opération se rattache à la décomposition que subissent sous l'action de la chaleur les oxydes des radicaux carbonés totalement ou fortement chlorés.

Exposons les faits. Je me bornerai à indiquer les résultats de la dernière opération que j'ai réalisée.

Chauffé, le trichloro-acétate sodique dégage beaucoup de gaz en se réduisant en une masse grisâtre de chlorure sodique. Dans une expérience faite à la chaleur d'un bain d'huile, j'ai constaté que la décomposition arrive alors que le thermomètre marque 180° environ, dans l'huile. Il se dégage en même temps des vapeurs condensables en liquide. Cette décomposition est brusque. On ne peut expérimenter que sur de faibles quantités à la fois, dans de petits tubes à essai, où l'on dépose le sel en couche mince, et que l'on chauffe successivement, à partir de l'extrémité fermée, ces tubes étant placés horizontalement.

140 grammes de trichloro-acétate sodique, sec et pur, ont été mis en expérience en une trentaine d'opérations distinctes. La condensation énergique des vapeurs a fourni 50 grammes environ d'un liquide jaunâtre, plus dense que l'eau, fumant à l'air et exhalant une odeur très forte.

Il se dégage en abondance et violemment des gaz d'une odeur suffocante.

Le résidu de l'opération est du chlorure de sodium; absence presque totale de carbonate.

Quant aux gaz dégagés, c'est un mélange d'oxyde de carbone, d'anhydride carbonique et de gaz phosgène $CO\ Cl_2$.

J'arrive au produit liquide distillé.

Je constate d'abord que l'eau au fond de laquelle il tombe, le transforme presque totalement, en s'échauffant considérablement, en acide trichloro-acétique, sauf une très faible quantité d'un liquide insoluble et

plus dense que l'eau, qui m'a paru être de l'éthylène perchloré C_2Cl_4, mais dont je n'ai pas pu prendre le point d'ébullition, n'en possédant que fort peu.

Soumis à la distillation comme tel, ce liquide commence à passer vers 100°; 20 grammes environ ont passé avant 160°; 13 à 15 de 160° à 190° et une dizaine au delà; à la fin le thermomètre s'élève au-dessus de 200° jusque vers 210 et 215°.

Par quelques distillations ultérieures, on parvient à retirer de ce liquide environ la moitié de son volume de chlorure de trichloro-acétyle pur

$$\begin{array}{l} CO—Cl \\ | \\ CCl_3 \end{array}$$

Le reste se constitue d'acide trichloro-acétique et de son anhydride.

Je dois dire que les portions qui passent vers 160-190°, traitées par l'eau, fournissent en même temps que l'acide trichloro-acétique un corps blanc insoluble dans l'eau que j'ai reconnu être de l'éthane perchloré

$$\begin{array}{l} CCl_3 \\ | \\ CCl_3 \end{array}$$

J'ai constaté, au moment où Cl_2Cl_6 se sépare, le dégagement d'une faible quantité d'oxyde de carbone.

On voit que la distillation sèche du trichloro-acétate sodique constitue une opération au fond très complexe par les nombreux produits qu'elle fournit. Tâchons de nous orienter dans ces réactions multiples.

La décomposition de ce sel chauffé peut être envisagée sous deux points de vue différents :

a) en tant que *sel d'acide gras*, et notamment en tant *qu'acétate ;*

La décomposition s'effectuant en ce sens, on devrait obtenir, outre un résidu de carbonate, de l'acétone hexachlorée $CCl_3—CO—CCl_3$.

$$\begin{array}{l} CCl_3 \\ | \\ COONa \\ \\ COONa \\ | \\ CCl_3 \end{array} = CO \left\langle \begin{array}{l} ONa \\ \\ ONa \end{array} \right. = \begin{array}{l} CCl_3 \\ | \\ CO \\ | \\ CCl_3 \end{array}$$

L'absence totale ou presque totale de carbonate dans le résidu de l'opération prouve qu'une très faible partie du sel subit en réalité ce genre de décomposition.

Je crois cependant pouvoir rattacher à la formation de l'acétone hexachlorée la présence de la très petite quantité d'éthane perchloré que

j'ai recueillie et le dégagement minime de CO qui l'accompagne

$$\begin{array}{c} CCl_3 \\ | \\ CO \\ | \\ CCl_3 \end{array} = \begin{array}{c} CCl_3 \\ | \\ CCl_3 \end{array} + CO$$

b) En tant qu'éther haloïde et sel d'acide organique, réaction du chaînon $\underset{|}{CCl_3}$ sur $\underset{|}{COONa}$, ainsi que cela a lieu dans la distillation sèche du mono-chloro-acétate sodique, pour former le système

$$\left.\begin{array}{c} | \\ CCl_2 \\ \\ CO \\ | \end{array}\right\rangle O$$

en même temps que du chlorure sodique.

C'est ainsi que les choses se passent en réalité.

Le trichloro-acétate de sodium étant

$$\begin{array}{c} COONa \\ | \\ CCl_3 \end{array} \quad \text{ou plutôt} \quad \begin{array}{c} CCl_3 \\ | \\ C-ONa \\ O\langle\ \rangle O \\ C-ONa \\ | \\ CCl_2 \end{array}$$

le produit qui en résulte immédiatement est l'anhydride chloroxalique

$$\left.\begin{array}{c} CO \\ | \\ CCl_2 \end{array}\right\rangle O \quad \text{ou} \quad O < \begin{array}{c} \left.\begin{array}{c} CCl_2 \\ | \\ C- \end{array}\right\rangle O \\ \\ \left.\begin{array}{c} C- \\ | \\ CCl_2 \end{array}\right\rangle O \end{array} > O \quad \text{ou encore} \quad O\left\langle \begin{array}{c} \left.\begin{array}{c} CCl_2 \\ | \\ C \\ \\ C \\ | \\ CCl_2 \end{array}\right\rangle O \\ O < \quad > O \end{array}\right.$$

lequel se dédouble de deux façons :

a) totalement en CO et $CO\,Cl_2$.

b) en CO et CO_2 avec formation virtuelle d'oxyde d'éthylène perchloré

$$\left.\begin{array}{c} CCl_2 \\ \| \\ CCl_2 \end{array}\right\rangle O$$

lequel, conformément au dédoublement que subissent sous l'action de la chaleur les oxydes des radicaux ou groupements très riches en chlore, se transforme en chlorure d'acétyle trichloré.

$$\begin{array}{c} COCl \\ | \\ CCl_3 \end{array}$$

Dans les conditions dans lesquelles l'opération se fait — c'est-à-dire en chauffant progressivement le sel dans un tube, à partir de l'extrémité fermée de celui-ci — le chlorure d'acétyle réagit sur le trichloroacétate de sodium non encore altéré, de là la formation d'anhydride chloro-acétique

$$\left.\begin{array}{l} CCl_3—CO \\ CCl_3—CO \end{array}\right\rangle O$$

lequel constitue, d'après les expériences de MM. Bukney et Thomsen, un liquide bouillant vers 222-224°.

Selon ces auteurs, ce corps se transforme très aisément, même par l'humidité de l'air, en acide trichloro-acétique; une très faible quantité d'eau suffit pour une masse considérable d'anhydride

$$\underbrace{\left.\begin{array}{l} CCl_3—CO \\ CCl_3—CO \end{array}\right\rangle O}_{309} \quad \underbrace{+ H_2 O}_{18}$$

On conçoit qu'opérant dans un grand nombre de tubes, une partie de cet anhydride se transforme en acide trichloro-acétique.

En résumé, la distillation sèche du trichloro-acétate de sodium fournit

a) $CO, CO,$ et $COCl_2$.

b) Du chlorure de trichloro-acétyle — et par des réactions secondaires de l'anhydride trichloro-acétique mélangé d'acide trichloro-acétique.

Je me propose de soumettre à l'action de la chaleur le dichloro-acétate de sodium $CHCl_2—COONa$; peut-être en obtiendrai-je le chlorure de l'acide gly-oxalique

$$\begin{array}{c} COCl \\ | \\ CHO \end{array}$$

ou par analogie avec les faits que je viens de rapporter, le chlorure de chloro-acétyle

$$\begin{array}{c} COONa \\ | \\ CH_2Cl \end{array} = \begin{array}{c} COCl — CH_2Cl \\ \\ NaCl \end{array} + \left.\begin{array}{c} CO \\ | \\ CHCl \end{array}\right\rangle O \text{ ou } \begin{array}{c} COCl \\ | \\ CHO \end{array}$$

Je compte aussi continuer cette étude sur d'autres sels fortement chlorés et notamment $CCl_3—CHCl—COONa$, etc.

M. le Dr GARRIGOU
De Toulouse.

DES SOURCES MINÉRALES MERCURIELLES DE LA FRANCE, ANALYSE DES EAUX MINÉRALES.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

L'on ne saurait plus douter aujourd'hui de la présence du mercure dans la source du Rocher, de Saint-Nectaire-le-Haut (Puy-de-Dôme), puisque les recherches de M. Wurtz et de M. Willm, sont venues, ainsi que l'a constaté M. Péligot, confirmer la découverte que j'avais faite de ce métal dans cette même source. Je n'hésite donc pas à communiquer à l'Association les résultats nouveaux auxquels m'ont conduit mes recherches sur la présence du mercure dans d'autres eaux minérales françaises. Je ferai suivre ce résumé de la marche perfectionnée que je suis pour la recherche des métaux dans les eaux minérales, dont j'ai à étudier la composition chimique.

Comme toujours, j'opère sur des masses considérables d'eaux, car c'est là le seul moyen de tout trouver et de bien voir les réactions que des quantités minimes de substances minérales n'ont jamais permis de constater. Ces recherches sont, il est vrai, fort dispendieuses, mais leurs résultats sont absolument certains, et l'on ne saurait se repentir de chercher par tous les moyens possibles à voir clair dans une science encore obscure et à laquelle l'humanité a cependant si souvent recours pour le soulagement de ses maux les plus rebelles.

En suivant dans l'analyse des eaux minérales la méthode que je vais exposer, on est certain d'éviter bien des erreurs et de retrouver absolument tout ce que renferme l'eau en fait de substances minérales.

Le premier soin, ainsi que je l'ai dit dans plusieurs circonstances, est d'opérer sur une grande masse d'eau (environ 250 à 1,000 litres) (1). On évapore ces masses liquides dans des vases larges et peu profonds en platine et en porcelaine simultanément, sans faire bouillir. Ces vases doivent être enfermés dans une chambre à l'abri de toute poussière, au-dessus d'une cheminée à tirage régulier. Le résidu salin ainsi obtenu est chauffé à 100°, puis traité à chaud par l'alcool à 95°. Cet alcool dissout une portion de la matière organique, les iodures, les bromures,

(1) Exceptionnellement, j'ai opéré sur 4,000 litres pour l'analyse de la source des 3 Césars, à Aulus.

les nitrates, certains chlorures, surtout celui de lithium, ceux de rubidium, de cæsium, de strontium, etc. On sèche de nouveau, pendant 2 à 3 jours, la masse saline, que l'on pulvérise ensuite pour l'introduire, avec le plus grand soin, dans des cornues de verre ou de porcelaine sans couverte. Ces cornues, disposées dans des bains de sable sur des fourneaux à gaz, sont munies d'un tube abducteur en verre d'une longueur d'un mètre environ, dont l'extrémité libre est recourbée, par en bas, à angle droit. Cette extrémité plonge dans un vase de verre renfermant une solution de potasse.

Dans ces conditions, les cornues sont chauffées pendant 18 à 24 heures à une température de 400° environ. On détruit ainsi complètement la matière organique dont la présence empêche la précipitation des métaux que contient le résidu salin. Disons de suite que c'est la non destruction de la matière organique qui, dans toutes les analyses faites jusqu'à ce jour, a empêché de retrouver les métaux dissous par les eaux minérales dans les profondeurs du sol.

Les produits volatilisés pendant la calcination et condensés dans le col de la cornue ainsi que dans le tube abducteur peuvent être étudiés à la loupe, au microscope et avec les réactifs. Les produits volatils passés à l'état gazeux dans la solution potassique peuvent être étudiés également, et fournissent des indications sur les acides volatilisés et, par suite, sur la composition des sels contenus dans l'eau.

Le résidu calciné, ainsi privé de la matière organique, est lavé, jusqu'à épuisement, à l'eau distillée, et la portion insoluble (1) suffisamment désséchée, est attaquée par l'eau régale bouillante. On filtre sur l'amiante, on lave séparément le résidu insoluble (en séparant les eaux de lavage) (2), puis on évapore à sec les liqueurs filtrées. On réunit les résidus des eaux mères et des eaux de lavage. On a ainsi trois produits :

A Liquide renfermant les sels solubles dans l'eau distillée.

B Résidu évaporé à sec provenant de l'attaque par l'eau régale.

C Résidu finalement insoluble dans l'eau régale.

Étudions séparément chacun de ces produits :

A. Le liquide A est traité par l'acide chlorhydrique et évaporé à siccité ; le résidu est ensuite longtemps chauffé dans une étuve afin de rendre la silice insoluble. On reprend le résidu par de l'eau acidulée au moyen de l'acide chlorhydrique, et l'on traite par un courant très prolongé d'acide sulfhydrique, qui généralement donne un faible pré-

(1) On trouve là des métaux réduits : plomb et mercure surtout.
(2) Cette opération est fort longue.

cipité (1). Après filtration, l'on ajoute au liquide de l'ammoniaque et du sulfhydrate d'ammoniaque, qui fournissent un précipité notable des métaux du 4e et du 3e groupe, ainsi que des phosphates, des borates, des oxalates terreux, etc. Dans le liquide filtré, l'on fait la recherche des métaux alcalino-terreux et alcalins, qui sont passés dans cette solution A dès les premiers lavages du résidu calciné.

B. Le résidu B′ repris par l'eau distillée acidifiée par l'acide chlorhydrique est traité à chaud (35° à 40°) pendant 24 à 60 heures de suite, par un courant d'acide sulfhydrique. Les sulfures à couleur variée et instructive des 6e et 5e groupes, sont séparés du liquide B′ par filtration, puis on les sépare les uns des autres d'après les lois connues.

Le liquide B′ est traité par l'ammoniaque et le sulfhydrate d'ammoniaque qui donnent, à l'état de précipité, les sulfures métalliques des métaux du 4e groupe, à l'état d'oxydes, les métaux du 3e groupe, et de plus des phosphates, borates, oxalates, fluorures. On sépare tous ces métaux les uns des autres d'après les règles connues. Il n'y a dans la portion restante, après l'extraction des métaux des 4 premiers groupes, que des traces des métaux des 2e et 1er groupes.

C. Le résidu insoluble C, desséché à l'étuve, est pulvérisé, puis mélangé dans les proportions voulues à du nitrate de potasse et du carbonate de soude. On fond le tout ensemble, puis on fait l'analyse complète de cette portion fort intéressante des résidus. Chose extraordinaire, on y trouve encore, comme cela m'est arrivé surtout pour Aulus, du fer, du cuivre, du mercure, du plomb, de l'argent, etc.

En outre des procédés classiques ordinaires, nous faisons usage dans ces analyses de tous les procédés si sensibles et si corrects indiqués par Frezénius, du spectroscope, et de la méthode des flammes de Bunsen, moyen si correct et si sensible de trouver des traces infinitésimales des métaux volatils.

C'est en me servant de tous ces moyens de recherche, et en procédant ainsi que je viens de le dire, que j'ai pu signaler dans les eaux minérales françaises les métaux suivants :

1° Sodium, potassium, cæsium, rubidium, lithium, thallium ;
2° Calcium, strontium, baryum, magnésium ;
3° Alumine, chrome, glucine ;
4° Fer, manganèse, cobalt, nickel, zinc ;
5° Cuivre, plomb, bismuth, mercure, argent ;
6° Arsenic, étain, antimoine, tellure ;
7° Chlore, brome, iode, soufre, fluor, bore ;

(1) On a là des métaux des 6e et 5e groupes, que l'on sépare suivant les règles connues.

8° Acides acétique, butyrique, crénique et apocrénique.

9° Deux sortes de matières organiques.

J'ajouterai que j'ai tout lieu de croire, mais je ne l'affirme pas encore, que deux sources pyrénéennes semblent contenir des traces de platine et d'or. C'est surtout l'eau d'Aulus (Ariège), qui renfermerait de l'or, et celle de la source vieille des Eaux-Bonnes qui renfermerait le platine. Je me permets d'énoncer ici ces deux résultats, *que je considère encore comme douteux*, afin que si quelque savant veut entreprendre la recherche, il puisse infirmer ou confirmer les faits dont je parle.

Je dirai enfin que la séparation des métaux entre eux a été, dans *toutes* mes analyses, infiniment plus difficile et plus délicate que la séparation des métaux faite sur des sels métalliques artificiellement mélangés. Ce fait est tellement frappant, quand on opère sur de grandes masses d'eaux minérales, que plusieurs de mes préparateurs, déjà excellents chimistes, en ont fait la remarque dès leur arrivée dans mon laboratoire.

Pour terminer, je dirai que les moyens de recherche que je viens de décrire m'ont permis de constater la présence du mercure dans les eaux de Saint-Nectaire (sources du Rocher, du Parc et de l'Eau Rouge); de la Bourboule (source Perrière); du Mont-Dore, d'Aulus, de Cauterets (Petit-Saint-Sauveur); de Cambo. — J'en soupçonne la présence dans les eaux de Salies (à Bagnères-de-Bigorre), de la source d'Alun (Aix-les-Bains), de Salient (Ariège).

M. LORIN

Professeur de chimie industrielle et de physique. Chef de manipulation de physique à l'École centrale.

THERMO-CHIMIE. — ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DE L'ACTION DES ACIDES SUR LES SELS, ETC., SANS L'ACTION D'UN DISSOLVANT (1).

— Séance du 4 septembre 1879. —

---

(1) Voir *C. R. de l'Ac. des Sc.*, 19 mai 1879.

M. LORIN

Préparateur de chimie [illegible] et de physique générale, chef de manipulations de physique à l'école centrale.

SUR LA PRÉPARATION INDUSTRIELLE DE L'ACIDE FORMIQUE CRISTALLISABLE

— *Séance du 2 septembre 1879.* —

1. Après les deux notes qui précèdent, il paraît utile d'indiquer une très longue opération, faite en vue d'étudier la préparation industrielle de l'acide formique très concentré, opération que j'ai faite avec la glycérine, de préférence aux autres alcools polyatomiques. Comme conséquence, cette opération indique la continuité des phénomènes d'éthérification qui président à la décomposition de l'acide oxalique en acide formique et en acide carbonique; elle indique également les limites que l'on peut atteindre, de la richesse de cet acide formique et donne les résultats des expériences qui permettent d'obtenir, désormais et très facilement, de l'acide formique cristallisable et même absolu, c'est-à-dire à 100.

2. Dans une cornue tubulée de 3 litres, j'ai fait réagir 600 grammes de glycérine, de l'acide oxalique sec, contenant en moyenne de 2 à 3 parties d'eau pour un équivalent d'acide oxalique. Les additions ont été faites, en général, par portions de 600 grammes, et j'ai opéré avec 20 *kilogr.* au moins de cet acide. Après une si longue opération, la faculté décomposante et éthérifiante du résidu, c'est-à-dire de la formine, était loin d'être épuisée. Il n'est pas indispensable d'opérer au bain marie; on peut chauffer au gaz, mais à la condition surtout que l'opération soit continue et la chaleur ménagée, résultat que l'on obtient en maintenant la cornue à quelque distance du fourneau. Il importe aussi de ne pas attendre l'élimination complète de l'acide formique d'une addition d'acide oxalique, pour faire une nouvelle addition de cet acide oxalique, et ainsi de suite. Que si l'opération a été interrompue, il convient de chauffer très modérément (de préférence alors au bain-marie) pour obtenir la dissolution de la masse.

3. Les résultats ont été ceux que la théorie de l'éthérification pouvait faire prévoir. L'acide formique, sauf celui des premières additions d'acide oxalique destiné à la saturation de la glycérine, est à une richesse moyenne supérieure à 94 pour 100, des échantillons ayant atteint dans certains cas, une richesse de 98 pour 100. Dans certaines additions, on a fait réagir un kilogr. à la fois d'acide oxalique sec, et d'une seule fois on a obtenu un demi kilogr. d'acide formique. Finalement la perte

a été très faible, le dégagement de l'oxyde de carbone étant presque constant, mais correspondant toujours à des traces d'acide formique ou d'acide oxalique, etc., décomposé. Il est inutile d'exagérer la dessiccation de l'acide oxalique. Enfin la saturation de la glycérine n'est pas toujours celle d'une triformine; cependant à la fin de l'opération, c'était cet éther formique qui paraissait exister.

4. Ces divers échantillons d'acide formique sont extrêmement fumants et d'une grande limpidité. On les a néanmoins distillés, quoiqu'à la fin de l'opération, on n'eût qu'une quantité insignifiante de glycérine disparue. Cette quantité a été retrouvée comme résidu et à l'état de formine, avec des traces d'acide oxalique, mais sans alcool allylique appréciable.

5. Les acides, soumis à la distillation, en employant le déflegmateur Lebel-Henninger (qu'on pourrait appliquer à l'acide acétique) ont eu leurs titres s'abaissant pour les premiers acides du récipient, pendant qu'au contraire la température d'ébullition allait constamment en s'élevant. Ces acides, titrant moins de 96, ont donné, pour premier acide, de l'acide formique au titre 99.7.

6. Au lieu de soumettre ces acides à la distillation, on peut les soumettre au froid d'un mélange de sel et de glace, et les acides au-dessus de 90 se congèlent en partie. La proportion de cristaux est naturellement d'autant plus grande que les acides, points de départ, ont un titre plus élevé. On peut donc ainsi atteindre encore un titre voisin de 100.

7. On peut évidemment combiner les opérations de la distillation et de la congélation. Et enfin, cette dernière opération, comme pour l'acide acétique cristallisable, permet d'éliminer les dernières parties d'eau, et d'avoir de l'acide formique absolu.

8. Je ne connais pas de procédé, plus simple ni plus rapide, d'obtenir un tel acide, surtout aujourd'hui que de puissants moyens de réfrigération sont devenus industriels. J'indique seulement, et pour mémoire, que le meilleur moyen chimique d'enlever l'eau à l'acide formique très concentré, consiste dans l'emploi de l'acide borique déshydraté : les acides étant mélangés et agités, un très grand dégagement de chaleur a lieu. On décante, après quelque temps, l'acide formique, avec précaution, et on distille avec ménagement, en ne recueillant que les deux premiers tiers de l'acide de la cornue.

Les recherches, des trois notes présentées au congrès, ont été faites à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

7e Section

MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

PRÉSIDENT D'HONNEUR.....	MM. le R. P. PERRY, Directeur de l'Observatoire de Stonyhurst. RAGONA, Directeur de l'Observatoire royal de Modène.
PRÉSIDENT.....	M. le Docteur FINES, de Perpignan.
VICE-PRÉSIDENTS.....	MM. DOUMET-ADANSON, Président de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault. REDIER, Constructeur d'instruments de précision.
SECRÉTAIRE.....	M. ANGOT, Météorologiste titulaire au bureau central météorologique de France.
SECRÉTAIRE-ADJOINT.....	M. AUZILLION, Professeur au Lycée de Montpellier.

M. le Dr FINES

De Perpignan.

ALLOCUTION

— Séance du 28 août 1879 —

MESSIEURS,

Lorsque les membres de l'Association française pour l'avancement des sciences m'ont fait l'honneur, l'an dernier, de me désigner pour diriger les travaux de la section de météorologie et de physique du globe, pendant la session de Montpellier, ils ont voulu, non pas rendre hommage à mes connaissances, car chacun de vous m'est supérieur sous ce rapport, mais surtout récompenser mon zèle et le développement que j'ai cherché à donner aux études météorologiques. Je vous en remercie sincèrement. Votre bienveillance me rendra facile la tâche que vous m'avez imposée.

La lettre circulaire que j'ai eu l'honneur de vous adresser vous a indiqué le double but que je proposais à nos efforts : provoquer des communications et réunir les travaux les plus récents et les plus importants ; rassembler les principaux instruments enregistreurs de manière à ce que chacun de nous, en les voyant marcher et en les comparant, se fasse une idée bien nette de leurs avantages.

L'avenir de la météorologie est aux enregistreurs.

En effet, Messieurs, cette science, encore en voie de formation, avancera d'autant plus rapidement que nous aurons mieux inscrit l'état météorologique présent, pour le faire servir à l'étude du temps à venir. C'est le rôle pratique et le but vraiment utilitaire de la météorologie.

Certains sceptiques affirment encore que les secrets des grands mouvements de l'air et des variations de l'atmosphère nous seront toujours inconnus. Ils oublient que les phénomènes atmosphériques sont soumis à des lois immuables et que s'il ne nous est pas permis de maîtriser les forces de la nature, nous pouvons arriver à découvrir les lois qui les régissent et, dans une certaine mesure, prévoir l'avenir, profiter de cette connaissance et nous assurer en partie contre les événements qui, sans cela, pourraient occasionner les plus grands dommages et nous devenir funestes.

La météorologie, comme toutes les sciences physiques, doit arriver expérimentalement à la connaissance de ces lois par l'observation précise des faits. Ce qui a peut-être retardé le plus ses progrès, c'est que ces observations étaient inscrites isolément et sans l'exactitude nécessaire ; les instruments étaient imparfaits et le contrôle insuffisant ; de plus les phénomènes étant presque localisés restaient isolés les uns des autres. Tout rapprochement, toute étude d'ensemble devenait ainsi difficile et même impossible.

Aujourd'hui, au contraire, les instruments employés fournissent des indications exactes et comparables entre elles dans tous les pays ; bien mieux, on peut enregistrer celles-ci, on est même arrivé à inscrire d'une manière continue les moindres variations des phénomènes les plus subtils, de sorte que les plus petits accidents, qui auraient passé inaperçus, sont maintenant très exactement consignés. Enfin les observations peuvent être comparées entre elles à toute heure et presque simultanément par le secours de l'électricité.

Il est donc possible, en ce moment, de rattacher entre eux tous ces phénomènes autrefois épars et de les relier intimement les uns aux autres comme les divers anneaux d'une chaîne qui doit nous permettre de suivre le temps.

Voilà les précieux moyens d'investigation dont nous pouvons disposer : ils peuvent s'appliquer dans les basses régions de l'atmosphère et dans

les régions plus élevées de l'air, aux observations de montagne. Il est donc possible de suivre les traces des divers phénomènes dans toutes les régions qui nous avoisinent, de les étudier dans leur ensemble, d'en dégager les faits particuliers et de démêler les lois qui les régissent.

Vous trouverez réunis dans une salle de la faculté des sciences d'assez nombreux modèles des appareils enregistreurs les moins imparfaits, les plus commodes et surtout les plus pratiques que j'ai pu rassembler. Ils marchent tous et je me ferai un plaisir de vous expliquer leur mécanisme ainsi que les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

M. D. RAGONA

Directeur de l'Observatoire royal de Modène.

VARIATION DIURNE DE LA VITESSE DU VENT.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879. —

M. Ragona présente les conclusions d'une étude comparative sur les causes de la marche diurne de la vitesse du vent, d'après les observations de Modène et de diverses stations d'Allemagne et d'Angleterre. Il trouve que les causes qui influent principalement sur la marche diurne de la vitesse des vents sont la variation de température et la différence d'échauffement des régions opposées de l'horizon. Dans les stations où la nature du sol est la même à l'Est et l'Ouest, le maximum absolu de la vitesse diurne se produit au moment du maximum de la température. Au contraire, dans des stations comme Modène où les conditions topographiques sont opposées à l'Est et à l'Ouest, le maximum absolu se produit au moment où soufflent les vents qui viennent de la mer; à Modène cela arrive à peu près au moment du coucher du soleil.

M. D. RAGONA

Directeur de l'Observatoire royal de Modène.

ABRI PORTATIF POUR THERMOMÈTRES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879. —

M. Ragona montre ensuite le modèle en bois d'un abri tournant portatif pour les observations en campagne. Les thermomètres sec et mouillé sont

fixés à un cercle auquel on imprime un mouvement de rotation rapide au moyen de deux poulies de renvoi et d'une courroie. Le tout est abrité par un petit toit que l'on tourne vers le soleil, de manière que les deux thermomètres se trouvent toujours à l'ombre.

M. le R. P. PERRY S. J.

Directeur de l'Observatoire de Stonyhurst (Angleterre).

ÉTUDE MÉTÉOROLOGIQUE DE L'ILE DE KERGUELEN.

(Traduit par M. A. Angot.)

— Séance du 1er septembre 1879. —

En présentant quelques-uns des résultats d'observations météorologiques effectuées avec le plus grand soin dans une station assez lointaine, j'espère que ce n'est pas sans quelque utilité ni quelque profit que je viens ajouter des nombres de plus à cette masse énorme de documents recueillis pendant le dernier demi-siècle, à grande dépense d'argent, de travail et surtout de temps.

La situation de l'île de Kerguelen à la limite de la mer des Indes et de l'océan Antarctique, isolée au milieu des flots, sans terres pour l'abriter du vent ou de la vague, sa distance de près de quatre mille kilomètres de toute terre habitée, les difficultés pratiques qui empêchent les savants de s'y rendre, excepté à de rares intervalles, enfin sa position à quelques centaines de milles seulement au bord de la grande route commerciale des clippers qui doublent le cap de Bonne-Espérance, tout s'accorde pour recommander spécialement Kerguelen comme siège d'une station météorologique.

Les dimensions de cette île sont très grandes : elle atteint 90 milles de longueur de l'est à l'ouest, et la moitié environ de largeur du nord au sud. La surface présente une succession sans fin de rochers, de fondrières, de lacs et de nombreux bras de mer qui pénètrent à plusieurs milles dans l'intérieur. Sur toute l'île on ne pourrait trouver ni un seul arbre, ni même de grandes broussailles ; mais les penchants des coteaux sont le plus souvent recouverts des touffes serrées de l'azorella, ou de champs entiers du chou sauvage de Kerguelen.

Les astronomes envoyés par le gouvernement anglais pour observer le dernier passage de Vénus, s'établirent à l'extrémité orientale de l'île, et, pendant leur séjour de quatre mois on lut toutes les deux heures (aux

heures paires), le jour et la nuit, une série complète d'instruments météorologiques installés en des endroits bien choisis. Les instruments provenaient des meilleurs constructeurs, et leurs corrections avaient été déterminées avec soin par comparaison avec les étalons de Kew. Les observateurs avaient été dressés spécialement pour leur tâche et restèrent toujours sous ma direction immédiate. Sans vouloir embarrasser ce travail du détail des observations, je ne reproduirai que les traits les plus saillants, ceux qui peuvent le mieux jeter quelque lumière sur des questions de géographie physique, ou qui peuvent être utiles pour les navigateurs. Je renvoie ceux qui désireraient entreprendre des recherches plus spéciales aux tableaux que j'ai déposés dans les archives du Meteorological-Office de Londres, et au rapport détaillé que j'y ai joint.

Les observations ont été faites pendant les mois de novembre et décembre 1874, janvier et février 1875, et ne comprennent ainsi que la période de l'été de Kerguelen. Pour compléter mon travail, j'ai réduit les observations inédites jusqu'à ce jour, que les capitaines Ross et Crozier ont effectuées en 1840, et j'ai placé les observations d'hiver à côté de celles d'été.

Pression atmosphérique. — Les observations barométriques, considérées isolément, ne présentent aucun caractère spécial, excepté peut-être leurs grandes variations. Les résultats principaux, pour tout l'été et l'hiver, sont les suivants :

	Été.	Hiver.
Hauteur moyenne	750m/m15	748m/m66
Maximum absolu.	769 43	770 27
Minimum absolu.	721 38	722 26
Variations extrêmes . . .	48m/m05	48m/m01

	Été.	Hiver.
Maximum de la moyenne diurne. . . .	768m/m52	769m/m58
Minimum — —	734 08	730 03
Maximum de la variation en 24 heures.	27 79	26 45
Minimum — — .	1 63	1 10
Plus grand changement en une heure .	4 04	4 95

Température. — A notre arrivée dans l'île vers la fin du printemps, nous avons trouvé tout le pays enterré sous la neige, du sommet des montagnes au bord de la mer, et les chutes de neige que nous eûmes à éprouver dans les premiers temps furent très abondantes ; pendant tout notre séjour nous ne fûmes jamais à l'abri de fortes chutes de neige, même dans les terrains bas. Toutefois, le chasseur de phoques qui a la plus grande expérience de ces parages, le capitaine Fuller du *Roswell King*, m'a assuré que la neige ne séjourne jamais un peu de temps dans les basses terres avant le mois de juin.

Le 25 octobre au matin, la neige tomba rapidement en gros flocons, et, comme la température de la mer était très voisine de zéro, la neige en couvrit bientôt la surface et y demeura, y formant une couche horizontale, parfaitement continue, jusqu'au moment où la brise du matin vint la balayer presque tout d'un coup.

Les lectures du thermomètre montrent combien on est exposé à se tromper, si on juge des températures d'après la latitude. Notre latitude était de 49°25′ 11″,5 sud, et les températures moyenne et extrême ont été :

	Été.		Hiver.
	Thermomètre sec	Maxima et minima.	Boule sèche.
Température moyenne	6°4	7°2	2°0
Maximum absolu	17°3	20°1	7°4
Minimum —	(-1°9)	(-1°9)	(-2°5)
Écart maximum	19°2	22°0	9°9
Plus haute moyenne diurne	12°2	13°6	4°4
Plus basse — —	0°7	0°9	(-2°0)
Variation diurne moyenne	»	8°3	»
— — maxima	»	16°0	»
— — minima	»	2°0	»

La faiblesse de la variation annuelle de la température est remarquable; les minima diffèrent à peine en été et en hiver, et le thermomètre dépasse rarement 15° pendant l'été.

Comme on pouvait s'y attendre, la température de la mer a une variation plus faible que celle de l'air, et les écarts sont aussi moins différents dans les saisons extrêmes. Les températures de la mer sont les suivantes :

	Été.	Hiver.
Température moyenne	5°3	2°3
Maximum absolu	9°4	4°9
Minimum —	(3°3)	(-0°8)
Variation extrême	6°1	5°7
Plus haute moyenne diurne	8°1	3°7
Plus basse moyenne diurne	»	0°7

Ces résultats pour l'hiver et l'été ne sont pas absolument comparables, car les températures de la mer pendant les mois d'été n'ont été observés que de 6 heures du matin à 5 heures du soir. Le minimum absolu (3°,3) est pris dans des observations de janvier 1874, par suite du manque d'observations de nuit en 1875.

Pour obtenir quelques résultats pouvant permettre d'évaluer les radia-

tions solaire et terrestre, j'ai exposé en plein soleil un thermomètre à maxima à boule noircie, et j'ai placé un peu au-dessus de l'herbe un thermomètre à minima. Les résultats pour les mois d'été ont été les suivants :

	Thermomètre au soleil	Thermomètre sur le gazon
Moyenne des lectures à 9 heures du matin	34°6	1°6
Moyenne des lectures à 9 heures du soir	42°4	2°9
Maximum	53°3	6°7
Minimum	20°8	-(4°3)

Nous avons également disposé quatre thermomètres à différentes profondeurs dans le sol ; les lectures en étaient faites chaque jour à 9 heures du matin et du soir.

Profondeur des thermomètres.	0m,30	0m,61	0m.91	1m,22.
Moyenne pour l'été	7°,1	6°,6	5°,6	5°,2
Maximum.	11.0	8.6	7.1	6.6
Minimum.	3.4	3.6	3.3	3.2
Ecart.	7.6	5.0	3.8	3.4

Les écarts diminuent rapidement, même quand on s'enfonce à une petite profondeur ; les températures moyennes à 0m,30 et 0m,61 sont un peu plus élevées que celles de l'air.

Vent. — La direction et l'intensité du vent sont des éléments de la plus haute importance pratique dans cette partie du globe, et je pense qu'il sera bon d'entrer à ce propos dans quelques détails. La vitesse moyenne du vent pour tout l'été est de 37 kilomètres par heure, et elle s'élève à 42 kil. en hiver. Elle a été en augmentant à chaque mois, de novembre en février, étant de 23, 36, 40 et 47 respectivement dans chacun de ces mois.

La direction pendant les mois d'été peut être le mieux représentée par des diagrammes mensuels, mais pendant l'hiver ces diagrammes sont rendus tout à fait inutiles, à cause de la constance des vents d'ouest. Sir J. Ross décrit les coups de vent d'hiver comme ayant absolument la violence d'un ouragan, et il dit qu'il était fréquemment nécessaire de se coucher par terre pour ne pas être emporté.

L'absence presque complète de vents d'est, la diminution graduelle des vents de sud-ouest dans le cours de l'été, et l'accroissement continuel de la force et de la fréquence des vents d'ouest et de nord-ouest

avec prédominance de la force moyenne des vents de nord-ouest sont les traits essentiels de ces diagrammes mensuels (1).

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE
Novembre (6-30).	1	2	12	4	24	3	28	2	2	1	4	1	1	1	2	3
Décembre	4	12	81	6	34	1	14	1	2	2	1	1	2	3	4	2
Janvier	1	4	87	23	54	3	8	2	1	1	1	1	1	1	2	1
Fevrier (1-21) . .	1	1	70	8	52	8	2	2	2	2	2	0	0	0	0	

La vitesse du vent exprimée en kilomètres a été, à Kerguélen,

	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Pour l'été . .	2587	1583	837	1733	1773	10195	30690	44697
Pour l'hiver .	39	21	2301	1355	111	1652	68353	2219

L'excès des vents d'ouest en hiver sur ceux d'été peut être dû en partie à la différence des stations. En effet, la station d'hiver à Christmas Harbour est située à l'ouest de l'île, tandis que Royal Sound est à l'est. D'après le capitaine Fuller « les vents violents durent rarement plus de douze heures, excepté en hiver et au commencement du printemps ».

Pluie. — Si l'on a égard à la position de l'île de Kerguélen au milieu d'un océan couvert de brumes perpétuelles, la quantité de pluie tombée en été paraîtra remarquablement faible. Sur 108 jours, il n'a plu que 55, et la hauteur d'eau s'éleva à 288^{mm}. La plus forte chute d'eau en un jour a été de 19^{mm}, et la pluie la plus longue a duré 20 heures.

En hiver, les pluies sont beaucoup plus fréquentes et abondantes; mais il faut se rappeler que Christmas-Harbour est complètement exposé aux coups de vent d'ouest tandis que Royal-Sound est à l'extrémité orientale de l'île, avec des montagnes de l'ouest au nord-ouest.

Sur 70 jours d'hiver, il a plu 66; la hauteur d'eau recueillie a atteint 569^{mm}, et la plus grande pluie en 24 heures a été de 21^{mm}. L'hiver est évidemment la saison pluvieuse, la proportion des jours pluvieux étant pour cent de 92 en hiver et de 51 en été, et la chute moyenne par jour étant respectivement $8^{mm},6$ et $5^{mm},3$.

Nébulosité. — La nébulosité se trouva mieux en accord avec la réputation de l'île; mais cependant encore la nébulosité moyenne ne fut, en centièmes, que de 74,5 pour l'été, et 80,5 pour l'hiver. Les nimbus et les cumulus prédominaient, tandis que les nuages de la classe des cirrus ne s'élevaient qu'à un total de 5 0/0 en été. Sur 100 observations, le

(1) Nous indiquons ici la fréquence relative des différents vents dans les quatre mois considérés.

ciel fut complètement couvert 31 fois ; mais il est certainement digne de remarque que plus de 40 pour cent des observations indiquent un ciel à peine à demi couvert de nuages, et cela dans la saison qui est probablement la plus mauvaise de l'année, et dans une région sujette entre toutes à la brume, aux brouillards et aux tempêtes.

Remarques générales. — Les vents violents dans les mois d'été débutent généralement par le N, ou le NNO, et tournent au NO et à l'O. Le vent de NO est le plus souvent le plus violent, mais il est quelquefois suivi d'un coup de vent de l'O plus violent encore. La baisse du baromètre est le signe constant de l'approche d'une tempête, mais le mercure peut remonter beaucoup avant que la tempête ne montre de tendance à se calmer. De rapides mouvements du baromètre, une chaleur ou un froid extrêmes indiquent également l'approche d'un coup de vent.

En hiver, les tempêtes les plus violentes viennent de l'ONO, et le minimum barométrique de toute la série d'observations coïncide avec un calme complet, bien que d'ordinaire les dépressions du baromètre soient accompagnées de vents violents.

En été, le tonnerre et les éclairs étaient inconnus, et sous l'abri des montagnes il n'y avait pas de brouillards et peu de brume. En hiver, toutefois, on aperçut des éclairs au NO, les brumes étaient rares, le brouillard complètement absent; mais il y avait des coups de vent incessants avec chute de pluie, de grêle et de neige.

L'aurore australe a été observée trois fois dans les mois d'été, mais une fois seulement elle avait été observée avec une certaine importance.

Le climat de Kerguélen s'est montré très salubre pendant notre long séjour. Cela est probablement dû en grande partie à l'abondance sur l'île du chou sauvage, et aussi à la multiplicité et à l'excellence des ruisseaux d'eau douce. Les canards sauvages étaient très nombreux et les œufs de pingouins étaient une source abondante de bonne nourriture.

Cependant l'île mérite bien le nom de Terre de la Désolation. La faible variation annuelle de la température rend compte suffisamment de son aspect désolé, et la chaleur de l'été se trouve tempérée par la situation de l'île, isolée au milieu d'un vaste océan, et qu'aucune terre ne protège contre les vastes champs de glace, qui, au printemps, descendent des régions antarctiques.

M. l'Abbé MAZE

à Harfleur.

CONVERSION DES TEMPÉRATURES FAHRENHEIT EN TEMPÉRATURES CENTIGRADES (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. l'abbé Maze indique deux méthodes pour faire rapidement la conversion des températures Fahrenheit en températures centigrades. La première méthode repose sur l'emploi de la série convergente

$$\frac{5}{9} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \ldots\right)$$

ce qui donne

$$T_c + \frac{T_f - 32}{2}\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \ldots\right)$$

Le calcul est rapide.

La deuxième méthode, également ingénieuse, donne par deux calculs successifs le chiffre des dizaines d'abord, puis celui des unités, et la partie décimale par une seconde opération.

M. Eugène MARCHAND

Correspondant de l'Académie de médecine à Fécamp.

NOTE SUR LA DISTRIBUTION DE LA CHALEUR SOLAIRE SUR LES DIFFÉRENTS POINTS DU GLOBE TERRESTRE DANS LES JOURS D'ÉQUINOXE ET DE SOLSTICE

— *Séance du 29 août 1879.* —

Un grand nombre de physiciens distingués, parmi lesquels je suis heureux de citer le savant professeur de la faculté des sciences de Montpellier, M. Crova, et M. Violle, professeur à la faculté des sciences de Lyon, ont cherché à déterminer la quantité de calorique contenu

(1) La note *in extenso* sera publiée dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France*, année 1880.

dans chaque rayon de soleil frappant notre atmosphère à son premier contact avec elle, ou la traversant jusqu'au niveau de la mer sous les incidences les plus diverses.

Pouillet entra le premier dans cette voie de recherches qu'il ouvrit avec éclat, et si les résultats obtenus par ses habiles successeurs ne sont pas en concordance absolue avec ceux qu'il avait obtenus lui-même, il faut bien reconnaître qu'ils ont confirmé la loi qu'il avait admise pour établir le mode d'absorption de la force dont il mesurait si heureusement l'intensité. On sait que cette loi n'est autre, elle-même, que celle posée au siècle dernier par Bouguer comme présidant à la distribution de la lumière des astres, et à son absorption, lorsqu'elle traverse l'enveloppe gazeuse que la terre emporte avec elle dans son mouvement de translation autour de l'astre qui la maintient asservie à sa puissante et indomptable attraction.

J'ai pensé qu'en présence de ces faits bien acquis maintenant à la science, il pourrait être utile de déterminer par le calcul la quantité théorique de calorique que le sol terrestre, envisagé au niveau de la mer, reçoit dans les jours d'équinoxe et de solstice sur les différents parallèles qui se mesurent d'un pôle à l'autre.

Je n'ai pas à m'appesantir ici sur l'intérêt que cette détermination peut offrir pour la météorologie ou pour l'histoire physique du globe, et je ne veux me livrer aujourd'hui à aucune considération théorique sur les déductions que l'on peut en tirer. Je vais donc me borner à exposer les résultats auxquels je suis arrivé ; mais avant de les résumer dans un tableau, je dois faire connaître les éléments qui ont servi de base à mes calculs.

Ils sont en partie consignés dans une note *sur l'absorption atmosphérique des forces contenues dans la lumière du soleil et sur le calcul de cette absorption* que j'ai eu l'honneur de présenter au congrès du Havre, en 1877, et qui est insérée dans le compte rendu de ce congrès (p. 418 et suiv.).

En considérant la hauteur moyenne du soleil au-dessus de l'horizon pendant chaque demi-heure de temps écoulé depuis le lever de l'astre jusqu'à son coucher, et en multipliant par le nombre de minutes écoulées pendant ce temps, la somme des calories, capables d'influencer le thermomètre, qui arrivent au sol lorsque l'astre atteint son altitude moyenne, — l'on arrive à la solution du problème posé.

Pour le faire sûrement, j'aurais pu m'appuyer sur les travaux de M. Crova, ou sur ceux de M. Violle. J'ai préféré m'appuyer sur ceux plus classiques, — je ne dis pas plus exacts, — de Pouillet. Au reste, cela n'avait pas une grande importance, car le but que j'avais en vue en me livrant à cette recherche était d'établir les bases d'une comparaison

entre ce qui se passe dans les mêmes jours sur chaque point de la surface terrestre supposée éclairée comme elle peut l'être au travers d'une atmosphère sans nuages et normalement limpide. Je me suis donc servi des valeurs qui se déduisent des travaux de Pouillet, mais là j'ai éprouvé un embarras dans mon choix. On sait, en effet, que ce savant s'est servi de la formule $A = p^{\varepsilon}$ pour calculer les intensités d'absorption en donnant à ε la valeur de 80,000 mètres qu'il considérait comme l'épaisseur normale de l'atmosphère.

Or, j'ai fait voir que, lorsque dans la formule de Bouguer on fait ε égal à l'épaisseur de l'atmosphère supposée ramenée dans toute sa masse à la densité qu'elle possède au niveau de la mer, on trouve que cette épaisseur n'est que de 8,018 mètres, et que cela conduit, au moins pour les faibles hauteurs du soleil, à des pouvoirs absorbants autres que ceux admis par Pouillet.

Calories versées par la lumière du Soleil sur chaque mètre carré de la surface terrestre, au niveau de la mer, pendant chaque jour d'équinoxe ou de solstice.

SITUATION DES LIEUX DEGRÉS DE LATITUDE	ÉQUINOXES	SOLSTICE D'ÉTÉ	SOLSTICE D'HIVER
	c.	c.	c.
Équateur	83.47	80.57	83.57
5 degrés	83.06	83.45	77.65
10 —	82.75	86.21	74.32
15 —	82.09	89.05	70.43
20 —	81.31	90.58	66.67
25 —	80.27	93.15	61.17
30 —	79.02	95.19	56.81
35 —	77.36	97.18	50.75
40 —	75.32	99.23	44.07
45 —	72.81	101.57	36.74
50 —	69.62	104.01	26.71
55 —	66.39	106.77	14.48
60 —	61.61	110.86	6.11
65 —	54.99	115.81	0.0015
70 —	47.48	126.08	» »
75 —	37.54	139.54	» »
80 —	23.79	148.27	» »
85 —	8.06	153.03	» »
90 —	0.72	154.50	» »

Pour sortir de cette difficulté, j'ai fait intervenir dans mes calculs les valeurs en *calories actives* telles que je les ai posées pour l'épaisseur atmosphérique dense = 8,018 mètres dans le troisième grand tableau

annexé à la note précitée sous ce titre : *Distribution du calorique, calculée d'après Pouillet* (1).

Je réunis dans le tableau ci-contre les résultats que j'ai obtenus pour les latitudes comptées de 5 en 5 degrés. Je rappelle pour mémoire que chaque calorie exprimée représente la quantité de calorique nécessaire pour porter de 0° à 1° la température d'un kilogramme d'eau.

Ces résultats groupés sur le diagramme (fig. 50) mettent en évidence un fait important, le seul que je veuille signaler d'une façon particulière : c'est la régularité du développement de l'intensité des radiations calorifiques (et lumineuses) pendant le solstice d'été, depuis l'équateur jusqu'au cercle polaire, et la rapidité de son accroissement depuis ce cercle jusqu'au pôle, grâce à la présence alors toujours constante du soleil au-dessus de l'horizon.

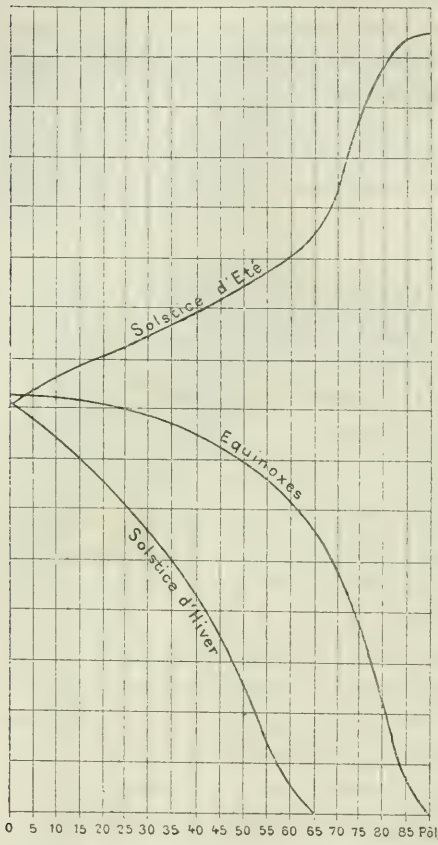


Fig. 50. — Mesure du calorique versé par la lumière du soleil dans un beau jour d'équinoxe sur l'unité de superficie éclairée au niveau de la mer sous chaque parallèle.

On se rappelle que la force chimique, au contraire, se distribue à cette époque de l'année en proportions croissantes depuis l'équateur jusque vers le trentième degré de latitude, et en proportions décroissantes depuis ce parallèle jusqu'au cercle polaire, tandis qu'elle reprend enfin une puissance ascendante qui s'accélère jusqu'au pôle, de telle sorte que, dans les vingt-quatre heures du jour témoin du solstice d'été, la somme des radiations chimiques reçues sur ce point est un peu supérieure à celle qui est versée sur l'équateur.

Il est inutile, je le crois, de faire remarquer qu'il ne faudrait pas tirer

(1) V. *Compte rendu de la sixième session de l'Association française pour l'avancement des sciences* (Congrès du Havre, p. 432 et 433).

de ce fait la conclusion que la température peut être plus élevée sur le point géométrique auquel vient aboutir l'axe de la terre, qu'elle ne l'est sur l'équateur. Sur ce grand cercle le sol fortement éclairé et chauffé rayonne dans l'atmosphère la presque totalité du calorique qu'il reçoit, et l'échauffe ainsi à son tour, par contre-coup, d'une façon considérable; tandis qu'au pôle la chaleur versée par le soleil est employée à opérer si particulièrement la fusion de la glace que la température de l'air ne peut s'élever que de quelques degrés à peine au-dessus de zéro, au moment ou l'astre qui l'éclaire reste à une hauteur fixe de 23°28 au-dessus de son horizon, et durant les quelques jours qui précèdent cette époque, et un certain nombre de ceux qui la suivent.

M. F.-A. FOREL

Professeur à l'Académie de Lausanne, à Morges (Suisse).

SEICHES ET VIBRATIONS DES LACS ET DE LA MER.

— Séance du 30 août 1879. —

Les riverains des lacs suisses ont, depuis bien des siècles, observé de temps en temps des mouvements étranges de l'eau qui, sans cause apparente, se soulève pendant un ou plusieurs quarts d'heure au-dessus de son niveau normal, puis descend au-dessous de ce niveau, puis se relève, puis redescend, et ainsi de suite. Ces mouvements sont apparents, soit à l'observation directe du niveau de l'eau, soit surtout à l'étude de la direction des courants dans les canaux, qui joignent des étangs, bassins ou ports avec la masse générale du lac.

Nulle part ces mouvements ne sont plus forts qu'à Genève, où ils ont atteint parfois une amplitude verticale d'un mètre, un mètre et demi, même deux mètres; on leur a donné sur les rives du Leman le nom local de *Seiches*.

De Saussure et Vaucher, qui s'en sont occupés dans le dernier siècle, ont reconnu les rapports de ces mouvements avec les perturbations atmosphériques; les seiches sont d'autant plus fortes que l'atmosphère est plus troublée.

(1) Voir pour la bibliographie du sujet mon article sur les *Causes des seiches*. (*Archives des sc. ph. et nat. de Genève*, t. LXIII, p. 113. Genève, 1878.)

En étudiant la durée de ces mouvements, j'y ai reconnu un rythme constant, la durée des mouvements étant toujours la même dans la même station, et je suis arrivé à démontrer que les seiches ne sont pas autre chose que l'une des manifestations d'un mouvement de balancement rythmique de toute la masse du lac, oscillation fixe, uninodale, dirigée suivant les deux diamètres principaux du lac. Suivant la direction du balancement, on a les seiches longitudinales ou les seiches transversales.

Grâce à l'emploi d'appareils multiplicateurs et enregistreurs, j'ai montré entre autres les faits suivants :

1° Normalement le rythme des seiches est toujours le même dans la même station.

2° Le rythme est le même aux deux extrémités du même diamètre du lac.

3° Le mouvement de l'eau est synchrone et opposé dans les deux moitiés opposées du lac : l'eau monte à Genève pendant qu'elle descend à Villeneuve et vice-versâ.

4° L'amplitude du mouvement a son maximum aux deux extrémités du diamètre suivant lequel oscillent les seiches (centres de mouvement) ; l'amplitude est nulle sur la ligne qui sépare les deux moitiés du lac (ligne nodale).

5° Plus le lac est grand, plus grande est la durée des seiches.

6° Dans le même lac, les seiches longitudinales, oscillant suivant le grand diamètre, ont une durée plus grande que les seiches transversales, oscillant suivant le petit diamètre ; sur le lac Léman les seiches longitudinales ont une durée de 72 minutes, les tranversales de 10 minutes.

7° Dans des lacs de même longueur, la durée des seiches est d'autant plus grande que le lac est moins profond.

8° La formule $t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$ où t est la durée d'une demi-oscillation fixe uninodale, l la longueur du bassin, h la profondeur moyenne, s'applique parfaitement aux seiches des lacs. Elle peut se traduire ainsi : La durée des seiches est directement proportionnelle à la longueur de la section du lac suivant laquelle a lieu l'oscillation, et inversement proportionnelle à la racine carrée de la profondeur moyenne.

9° Les allures des seiches ont enfin tous les caractères de l'oscillation fixe lorsqu'elle est déterminée par une impulsion unique. Dans les seiches successives, l'amplitude de l'oscillation a son maximum à la première onde, et cette amplitude va en décroissant graduellement dans chaque onde ultérieure, jusqu'à l'extinction totale. Ces ondes successives à amplitude décroissante forment ce que j'appelle *une série de seiches*. J'ai reconnu sur nos enregistreurs du Léman des séries de seiches qui,

sans nouvelle impulsion, ont oscillé d'un rythme régulier et isochrone pendant quatre et même cinq jours de suite.

Les tracés des enregistreurs nous montrent que les seiches sont très fréquentes ; il est rare qu'il n'y en ait pas d'indice sur la courbe du lac.

L'amplitude des seiches dépend : 1° de la station où l'on observe et de sa position sur un lac plus ou moins grand, sur le diamètre longitudinal ou transversal du lac, dans un golfe ou sur un cap. Les conditions les plus favorables sont représentées à Genève, au fond d'un golfe long, étroit et peu profond, sur le diamètre longitudinal du lac ; les plus fortes seiches connues, $1^{m},83$, y ont été observées le 3 octobre 1841. A Morges, où j'observe les seiches transversales, sur une côte droite, mon enregistreur ne m'a jamais montré des seiches dépassant 12 centimètres d'amplitude; — 2° de l'intensité de l'impulsion génératrice de la série des seiches ; — 3° du rang d'ordre de l'onde dans la série des seiches.

Le raisonnement et l'observation nous donnent comme causes possibles et effectives des seiches :

1° Toutes les perturbations atmosphériques, variations de pression, vents verticaux et obliques, orages, cyclones et trombes, etc.

2° Les secousses de tremblement de terre.

La cause la plus puissante est, d'après l'expérience, l'orage local à mouvement vertical descendant.

Tous ces faits concordent à justifier mon hypothèse que les seiches sont des vagues d'oscillation fixe uninodale des lacs.

L'étude des traces limnographiques nous apprend ensuite que le mouvement de balancement de l'eau n'est pas toujours aussi simple que nous venons de le décrire; il se complique de différentes manières.

a Par la superposition de mouvements binodaux (et trinodaux) qui interfèrent avec l'oscillation uninodale. J'ai décrit ce type sous le titre de *seiches dicrotes*.

b Par la superposition de plusieurs séries de seiches uninodales qui empiétant les unes sur les autres, les dernières séries débutant avant que les premières soient éteintes, finissent par donner un tracé très particulier d'oscillations irrégulières très rapprochées de 1/2, à 1, à 2, à 3 minutes de durée. C'est le cas qui se produit quand il souffle sur le lac un vent horizontal, et le tracé limnographique montre ce que j'ai appelé du nom provisoire de *vibration du lac*.

c Quelquefois, très rarement, lorsque le vent est très faible, ces vibrations peuvent prendre un caractère de grande régularité, et donner des ondulations parfaitement régulières, toutes semblables les unes aux autres, de 1 à 2 minutes de durée. Je suppose que dans ce cas le lac entre en état d'oscillation fixe multinodale.

Ainsi donc, dans le bassin fermé de notre lac Léman, je constate ou je suppose l'existence :

1° De vagues d'oscillation fixe unidodales, *seiches*.

2° De vagues d'oscillation fixe uninodales avec interférence de vagues binodales, *seiches dicrotes*.

3° De vagues d'oscillation fixe uninodales ou multinodales dont les séries, très nombreuses et très multipliées, se superposent d'une manière quelconque, *vibrations du lac irrégulières*.

4° De vagues d'oscillation fixe multinodales, *vibrations du lac régulières*.

— Y a-t-il dans la mer quelque chose d'analogue à ce que nous venons de trouver dans les lacs? Voici quelques faits qui me le font croire :

1° En 1844, David Milne écrivait dans les *Transactions* de la Société royale d'Édimbourg : *On a remarquable oscillation of the sea observed at various places of the west of Great Britain in the first week of July 1843*. Pendant un orage qui se produisit sur les côtes d'Angleterre et d'Écosse, on observa dans un grand nombre de ports des oscillations rythmiques du niveau de la mer, durant plusieurs heures ou plusieurs jours, sur un rythme de 10, 15 ou 20 minutes, et une amplitude atteignant ou dépassant 2 et 3 pieds;

2° L'astronome royal de Greenwich, sir G. Airy, a constaté sur les tracés du marégraphe de Malte, en 1872, de magnifiques oscillations rythmiques très régulières, atteignant jusqu'à 15 pouces d'amplitude avec une durée de 20 à 21 minutes chaque. Il en avait déjà reconnu, il y a quelques quarante ans, sur les tracés du marégraphe de Swansea, à l'entrée du canal de Bristol; elles avaient aussi une durée de 20 minutes;

3° J'ai sous les yeux un tracé du marégraphe du Helder, en Hollande, de l'année 1854, qui montre sur la courbe des marées des oscillations de plusieurs centimètres d'amplitude et de un quart à une demi-heure de durée ;

4° Pendant le congrès de Montpellier, j'ai interrogé les pêcheurs de Palavas sur l'existence des variations brusques dans la direction des courants d'entrée et de sortie, dans le canal de communication entre les étangs et la mer; ils m'ont appris, qu'en temps d'orage, la direction de ces courants change parfois rapidement au bout de 15, 20, 30 minutes. Les alternances de direction qu'ils m'ont décrites indiquent des oscillations rapides du niveau de la mer;

5° Après le congrès de Montpellier, j'ai eu, grâce à l'obligeance de M. de Lestrac, ingénieur du port de Cette, communication des tracés du marégraphe du môle Saint-Louis. J'y ai retrouvé, avec la plus grande évidence des ondulations analogues à celles des vibrations de notre lac,

oscillations parfois régulières, parfois irrégulières, de 2, 10, 20 centimètres d'amplitude, de 10, 15, 20, 40 minutes de durée. D'après les dires du gardien du marégraphe, ces vibrations sont fortes surtout lorsque le temps est mauvais.

Ces faits sont mal reliés ensemble; cependant ils suffisent, me semble-t-il, pour prouver, dans les bassins indéfinis de la mer, l'existence de mouvements analogues à ceux que nous avons constatés dans nos lacs. Ces oscillations qui n'ont rien à faire avec les vagues du vent, celles-ci sont beaucoup plus rapides, ni avec les marées, celles-ci ont une durée constante beaucoup plus longue, ces oscillations de 5, 10, 20, 50, 100 minutes de durée, parfois régulières, parfois irrégulières, que sont-elles? Sont-elles analogues à nos seiches? Non, si nous définissons les seiches des vagues uninodales d'oscillation fixe; car, il est évident que si dans un bassin fermé de 70 kilomètres de longueur, comme notre lac Léman, les seiches uninodales ont déjà une durée de 72 minutes, dans les bassins infiniment plus grands de la Méditerranée ou de l'Océan la vague uninodale d'oscillation fixe devrait avoir une durée bien plus grande que celle que nous avons constatée.

Elles se rapprochent bien plus de ce que j'ai appelé des vibrations, et provisoirement je les désignerai sous le nom indifférent de *vibrations de la mer*, nom qui pourra être changé quand leur véritable nature aura été déterminée.

J'ose inviter les naturalistes habitant les bords de la mer à suivre cette étude. Il y a là un beau sujet de recherches, soit dans l'interprétation même du phénomène, soit dans la constatation des relations de ces mouvements avec les circonstances météorologiques. Je suis assuré qu'ils y trouveront autant d'attraits et autant de faits nouveaux que nous en ont offerts, depuis dix ans et plus, l'étude des seiches et des vibrations de nos lacs suisses.

M. Edouard ROCHE
Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

SUR LES OSCILLATIONS PÉRIODIQUES DE LA TEMPÉRATURE.

— Séance du 30 août 1879. —

Ayant eu l'occasion de discuter les observations météorologiques faites à Montpellier par J. A. Badon, au siècle dernier, durant une quarantaine d'années, et notamment les mesures du thermomètre à midi pen-

dant la période 1771-1792, je reconnus que la marche des températures, dans le courant de l'année, présente des oscillations périodiques, c'est-à-dire revenant presque à jour fixe. Ces oscillations n'apparaissent pas nettement sur les courbes qui représentent pour chaque année la marche du thermomètre, elles y sont dissimulées en partie par les perturbations purement accidentelles. Mais si l'on considère les moyennes de dix à vingt années, on les voit se dessiner avec d'autant plus de précision que la série est plus longue.

Lorsque j'ai discuté nos observations de la faculté des sciences et mes observations particulières embrassant près de trente années, je suis arrivé à une conclusion toute semblable, et j'ai pu tracer pour cette période la courbe de la marche moyenne des températures.

Enfin, comparant ces courbes, qui représentent le climat de Montpellier presque à cent ans d'intervalle, j'en ai constaté la ressemblance frappante : de telle sorte que les variations périodiques de la température peuvent être considérées comme constantes dans la durée d'un siècle ; elles constituent l'un des éléments caractéristiques de chaque climat.

Ces oscillations ne sont pas purement locales. En effet, ayant tracé la courbe des températures de Bruxelles, d'après les observations de Quetelet (1833-1872), je remarque qu'elle présente le même aspect général que les précédentes, les mêmes sinuosités principales, sauf de légers écarts dans la date et quelques différences dans l'intensité des oscillations. Je me bornerai à signaler les plus importantes de chaque mois.

Janvier. — Les observations de Montpellier indiquent un grand minimum du 7 au 10, un autre du 19 au 20, et un maximum vers le 28. Celles de Bruxelles donnent un premier minimum le 4, un autre très prononcé le 10, et un maximum à la fin du mois ; le minimum du 19 est remplacé par un simple temps d'arrêt.

Février. — Minimum le 3, du 6 au 10, et du 18 au 24. Élévation rapide à la fin du mois. A Bruxelles, minimum le 3, le 12 et le 21.

Mars. — Maximum le 7, et du 17 au 20. Minimum vers le 11 et le 23. A Bruxelles, minimum le 11 et le 20, puis élévation continue.

Avril. — Maximum du 4 au 7, puis le 22. A Bruxelles, minimum du 10 au 13 et du 28 au 1er mai, comme à Montpellier. Les irrégularités de la température à la fin de mars et à la fin d'avril sont moindres à Bruxelles qu'à Montpellier.

Mai. — Élévation rapide de la température à partir du 4. Minimum vers le 13, temps d'arrêt le 22, minimum du 25 au 31. A Bruxelles, minimum le 16 et le 31, l'un et l'autre bien moins sensibles qu'à Montpellier.

Juin. — Maximum vers le 6 et le 24; minimum au milieu et à la fin du mois. A Bruxelles, la marche du thermomètre est plus uniforme, mais il y a aussi une grande chute du 27 au 30.

Juillet. — Maximum le 6, grand maximum le 18; baisse à la fin du mois. A Bruxelles, maximum le 6 et surtout le 15, minimum le 2 août.

Août. — Maximum vers le 5 et le 14, à Montpellier comme à Bruxelles.

Septembre. — Minimum le 4, suivi d'un relèvement jusqu'au 8, à Montpellier comme à Bruxelles. Puis baisse rapide, et adoucissement vers le 28.

Octobre. — Minimum du 7 au 13, relèvement du 16 au 19. Grande chute vers la fin du mois.

Novembre. — Léger temps d'arrêt au commencement. Minimum du 9 au 12 et vers le 21. Adoucissement vers le 30.

Décembre. — Minimum du 3 au 9; relèvement vers le milieu du mois. Chute rapide vers le 20, minimum du 24 au 30. A Bruxelles, minimum le 3 et le 12; relèvement le 15, minimum le 24; temps d'arrêt à la fin du mois.

La marche des températures présentant à très peu près les mêmes ondulations à Bruxelles qu'à Montpellier, il en faut conclure que les variations périodiques sont dues à des causes générales dont l'influence se propage à la surface du globe suivant une progression régulière. De plus, ces variations se maintiennent constantes pendant une longue durée. On les observe aujourd'hui telles que nous les avons constatées dans les observations de Badon au siècle dernier. Il est impossible d'en douter lorsqu'on a sous les yeux les courbes représentant la marche annuelle de la température à Montpellier, autrefois et de nos jours, ainsi que celle qui représente les observations de Bruxelles. On trouvera ces courbes dans le travail que je vais publier sous ce titre : *Le Climat actuel de Montpellier comparé aux observations du siècle dernier.*

Remarquons ici que pour mettre en évidence les oscillations périodiques de la température, il est essentiel de grouper les observations de trois en trois jours. L'intervalle de cinq en cinq jours, ordinairement adopté, est trop considérable; il ne permet pas de fixer avec précision la date des jours critiques, et les oscillations de courte durée disparaissent sans laisser de trace. Cela explique pourquoi l'existence des variations périodiques a échappé à beaucoup de météorologistes (1).

(1) Un autre moyen de représenter nettement ces alternatives de chaud et de froid, consiste à tracer à travers les ondulations de la température ce qu'on appelle la courbe régularisée; et puis à représenter pour chaque jour ou chaque intervalle de trois jours, l'excès de la température vraie sur la température régularisée.

Au point de vue de la météorologie pratique, la connaissance de la courbe des températures et la détermination des jours critiques correspondant aux irrégularités de cette courbe, ne peuvent manquer de servir à la prévision du temps. Non que l'on puisse en déduire un système de prédictions absolues, destinées à se réaliser invariablement chaque année, car les diverses courbes annuelles s'écartent notablement de la courbe moyenne qui résulte de leur combinaison. Mais, associé aux autres données que l'on a pour prévoir le temps, cet élément devra les compléter ou les rectifier. De plus, la courbe offre dans sa marche certains traits assez prononcés et assez constants pour qu'il soit permis d'en annoncer le retour comme très probable à un jour déterminé.

M. D. RAGONA

Directeur de l'Observatoire de Modène (Italie).

SUR LE RÉGIME DES VENTS A MODÈNE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Ragona expose la suite de ses études sur le régime des vents à Modène. Après la discussion de douze années d'observations sur la vitesse des vents, il a entrepris la même discussion pour la direction des vents. Ce travail n'est pas encore terminé; mais les principaux résultats obtenus jusqu'à ce jour sont les suivants :

1° Chaque vent a, dans la période diurne, deux maxima et deux minima de fréquence;

2° Les deux maxima et les deux minima sont inégaux ;

3° Au maximum de fréquence des vents orientaux N.-E., E., S.-E., correspond un minimum de fréquence des vents occidentaux N.-O., O., S.-O.;

4° Le maximum absolu des vents orientaux correspond pour Modène, à l'heure du coucher du soleil ; le maximum absolu des vents occidentaux à l'heure du lever.

M. OLTRAMARE

Professeur à l'Université de Genève.

SUR LA CONSTITUTION DES NUAGES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Oltramare présente quelques observations sur la constitution des nuages. Selon lui, ils seraient formés par des gouttes d'eau pleines, électrisées, et qui seraient maintenues en l'air par l'action de l'électricité que posséderait l'air lui-même. L'électricité des gouttes d'eau proviendrait elle-même de l'évaporation.

Enfin, certaines apparences que l'on rapporte d'ordinaire aux bolides, ne seraient que de petits nuages électrisés, attirés par la terre, et qui deviendraient lumineux en perdant leur électricité, et disparaîtraient en se résolvant en vapeurs sans laisser de traces solides.

DISCUSSION.

M. Angot fait remarquer que l'on ne peut attribuer à l'évaporation seule l'origine de l'électricité contenue dans l'air : les expériences les plus précises ont conduit à un résultat négatif.

De plus, la suspension du nuage électrisé ne saurait résulter de l'électricité contenue dans l'air. Les expériences de sir William Thomson ont démontré que les phénomènes électriques de l'atmosphère sont dus en grande partie à l'influence exercée par l'électricité du sol. Quand l'air est électrisé, il l'est faiblement et il est alors généralement négatif, c'est-à-dire de signe contraire à ce que suppose M. Oltramare. Enfin, on n'a pas besoin de l'électricité pour expliquer la suspension des nuages. Les gouttelettes pleines qui forment le nuage, descendent sans cesse, et se résolvent en vapeur à la rencontre d'une couche d'air sec et chaud, le nuage se dissout par le bas et se reforme par le haut, et peut conserver ainsi quelque temps une forme et une position à peu près constantes quoique les gouttes qui le composent se renouvellent et tombent sans cesse.

M. le Dr PAMARD

Membre du Comité d'exécution.

OBSERVATOIRE DU MONT-VENTOUX

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Le Comité d'exécution de l'Observatoire à créer sur le Mont-Ventoux ne pouvait oublier la sympathie avec laquelle l'Association Française

pour l'avancement des sciences avait accueilli son projet : alors qu'il en était seulement à la période de préparation, votre Conseil d'administration, sur la proposition de la Commission des subventions, a bien voulu nous accorder une allocation de 2,000 francs. Je suis heureux de pouvoir venir, dans cette occasion solennelle, apporter à ces amis de la première heure tous nos remerciements et un public hommage de notre reconnaissance. Cet encouragement nous a été précieux : il a accru nos forces et nous a soutenu dans la voie souvent difficile que nous commencions à parcourir.

Le Mont-Ventoux, par sa situation exceptionnelle, semble, mieux que tout autre sommet, désigné pour l'installation d'un observatoire météorologique. Situé au centre de cette belle vallée du Rhône, dominant les riches plaines de la Provence et du Comtat, au-dessus desquelles il s'élève brusquement, il semble avoir été placé là par la nature pour le rôle auquel nous le destinons. C'est comme une sentinelle : les paysans de nos contrées ne s'y sont pas trompés ; avant de faire sur le temps à venir des prédictions qui se réalisent d'ordinaire, ils ne manquent jamais de jeter les yeux sur le Ventoux et de consulter la coloration de ses pentes et l'aspect des nuages qui couronnent son sommet.

Nul ne saurait mettre en doute les services que l'observatoire du Ventoux rendra aux agriculteurs de cette immense plaine, qui s'étend sur les deux rives du Rhône depuis Lyon jusqu'à la Méditerranée, en facilitant et rendant plus complets et plus sûrs les avertissements agricoles. Mais son importance ne sera pas moins considérable, et sera peut-être même prépondérante, en ce qui touche le service si précieux des avertissements maritimes. Placé à une distance d'un peu moins de 100 kilomètres de Marseille, 130 de Toulon et 150 de Cette, n'ayant entre le golfe du Lion et lui que des montagnes d'une altitude bien inférieure à la sienne (monts Luberon 1,125 mètres, Alpines 386 mètres, montagne de Sainte-Victoire 925 mètres, montagne de la Sainte-Baume 1,043 mètres), il est là comme un phare gigantesque, d'où les instruments peuvent surveiller au loin et prévoir les colères souvent si terribles de cette mer sans cesse sillonnée par de nombreux vaisseaux. Et puisque le mot de phare s'est trouvé sous ma plume, pourrais-je, sans être qualifié d'utopiste, envisager le jour où, sur ce sommet, qui est le premier point que l'on relève sur la côte en revenant d'Espagne (père Laval), qui est vu distinctement à 40 kilomètres en mer sur la plus grande partie du golfe, on installera un de ces signaux lumineux qui guident le marin dans sa route périlleuse.

L'observatoire du Ventoux mérite surtout de fixer notre attention par le rôle qu'il est appelé à jouer au point de vue plus général des études météorologiques :

On connait aujourd'hui, grâce aux progrès récents de la météorologie moderne, les règles générales des mouvements de l'atmosphère. On sait qu'ils sont dus à l'influence de vastes cyclones qui, soumis à des mouvements de translation variables mais réguliers, décrivent d'immenses courbes dans l'espace et viennent affecter diversement la situation atmosphérique de chaque région de l'Europe, suivant la direction qu'affectent ces courbes. Ce qu'il importe donc surtout d'observer, soit pour prévoir les phénomènes dans chaque contrée, soit pour arriver à déterminer les lois des mouvements atmosphériques, c'est l'approche de ces cyclones, la rapidité et la direction de leur marche. A ce point de vue, peu de sommets nous paraissent pouvoir être comparés au Mont-Ventoux.

Tantôt ces cyclones prennent naissance dans l'Afrique centrale et pénètrent en France par le littoral méditerranéen ; c'est alors que les plus grandes perturbations se produisent dans nos contrées. Le Ventoux semble placé là tout exprès, en vue de la mer, entre les Alpes et les Pyrénées, pour en recevoir les premiers effets.

Tantôt les cyclones prennent naissance près de l'Équateur, au delà de l'Amérique, et ils abordent l'Europe par l'Océan. Dans ce cas encore, le Ventoux offre les ressources les plus précieuses pour l'observation du phénomène : dès qu'ils ont franchi l'alignement des Pyrénées, et jusqu'à ce qu'ils aient disparu au delà de la Baltique, leur influence vient se transmettre directement à son sommet, sans être troublée par aucune influence intermédiaire ou voisine. Peu importent les courants inférieurs : ils varient avec les influences locales, mais ne sont que des effets des courants généraux, qu'il faut avant tout observer. Les services que l'observatoire du Ventoux est destiné à rendre sous ce rapport ont été clairement démontrés par les observations faites lors de notre ascension des 13 et 14 août 1878 (Voir notre brochure page 30. — Article Vents).

Il m'a paru intéressant de mesurer sur une carte (j'ai choisi l'excellente carte du S.-E. de la France de l'atlas de Stieler) les distances qui séparent le sommet du Mont-Ventoux (1,912 mètres suivant le commandant Delcros ; 1,927 mètres suivant M. Bouvier) des cimes les plus rapprochées.

Immédiatement à l'est et sous la même latitude se trouve la montagne de Lure, dont il peut être considéré comme le prolongement, malgré la profonde coupure qui les sépare, et qui a une hauteur de 1,827 mètres.

Plus loin, et toujours à l'est, on trouve en allant du sud au nord :

Le Mont Saint-Honorat (2,520 mètres d'altitude), à une distance de 120 kilomètres.

Le Mont-Pelat (3,053 mètres d'altitude), à une distance de 110 kilomètres.

Le Mont-Parpaillon (2,889 mètres d'altitude), à une distance de 110 kilomètres.

Au N. E :

Le Mourre Froid (2,994 mètres d'altitude), à une distance de 105 kilomètres.

Le Chaillot (3,163 mètres d'altitude), à une distance de 100 kilomètres.

L'Obion (2,793 mètres d'altitude), à une distance de 80 kilomètres.

Le Mont-Aurouze (2,712 mètres d'altitude), à une distance de 75 kilomètres.

Le Grand-Veymont (2,346 mètres d'altitude), à une distance de 85 kilomètres.

Du côté de l'O., on trouve à une distance de 120 kilomètres les monts Lozère, dont la cime dominante, le pic de Finiels, s'élève à 1,702 mètres, l'Aigoual à 1,567 mètres, et les montagnes du Vigan 1,434.

Les montagnes élevées de l'Ardèche, dont la hauteur varie entre 1,474 mètres (suc de Bauzon) et 1,551 mètres (montagne de Monpézat), sont éloignées de 110 kilomètres.

Au N. O :

Le Mont-Mézenc (1,751 mètres d'altitude), à une distance de 120 kilomètres.

Le Gerbier des Joncs, (1,551 mètres d'altitude), à une distance de 110 kilomètres.

Plus au loin et toujours à l'O., s'élèvent les montagnes du Cantal, dont le sommet le plus élevé, le Plomb du Cantal, atteint 1,858 mètres, et le Mont Dore, où le Puy de Sancy, a une hauteur de 1,886 mètres.

En résumé, le Mont-Ventoux n'est dominé que du côté de l'E. et du N. E. par le massif des Alpes, dont il peut être considéré comme le dernier soulèvement : une distance considérable le sépare des sommets qui ont une hauteur supérieure à la sienne, le plus rapproché est à 75 kilomètres; et entre eux le terrain reste, malgré de nombreuses ondulations, à une altitude très inférieure.

De tous les autres côtés, on ne rencontre aucune montagne dont la hauteur atteigne la sienne : encore faut-il aller à 110 kilomètres à l'O., pour trouver des sommets qui dépassent 1,500 mètres.

Dans la direction du N., on ne trouve pas de soulèvements notables du sol, pas plus que vers le S. O.; du côté du S. se trouvent quelques chaînes parallèles, mais dont les sommets les plus élevés atteignent à peine 1,000 mètres.

Le Mont-Ventoux remplit donc d'une façon exceptionnelle cette condition de *l'isolement*, qui est une des plus importantes parmi celles que l'on doit rechercher pour l'établissement des observatoires météorolo-

giques à grande altitude. Mais il présente encore ceci de particulier, qui devait tout d'abord le désigner au choix des météorologistes, c'est la différence considérable qui existe entre l'altitude de son sommet et celle de la plaine qu'il domine.

« Le Signal-service a installé deux stations permanentes sur des » montagnes isolées, placées l'une près de l'Atlantique, l'autre aux » montagnes Rocheuses, et qui dépassent chacune de près de 2,000 mètres » le niveau moyen du pays qui les environne; ce sont :

» Pike's Peack (Colorado), 4.335 mètres.

» Mount Washington (New-Hampshire), 1,916 mètres.

(Alfred Angot, *Revue scientifique*, 22 avril 1876.)

Le Mont-Ventoux se trouve dans des conditions tout aussi favorables que le Mount-Washington : Il y a 1,900 mètres de différence entre l'altitude de ce sommet et celle d'Avignon (20 mètres), qui en est séparé par une distance de 45 kilomètres; 1,800 mètres entre lui et Carpentras (101 mètres), qui en est à 21 kilomètres; enfin, la différence est encore de 1,600 mètres avec Bédoin, qui se trouve au pied même de la montagne, à moins de 10 kilomètres du sommet.

On peut affirmer que des observations simultanées faites dans ces quatre stations aussi rapprochées, mais dont l'altitude présente un écart aussi considérable, donneront les résultats les plus féconds pour l'étude des mouvements généraux de l'atmosphère et pour la recherche des lois qui les régissent.

Dans le rapport que nous avons présenté à la Commission météorologique de Vaucluse, dans sa réunion du 12 mars dernier, nous avons cru devoir insister sur le rôle qu'un établissement, comme celui que nous projetions, aussi facilement accessible, quoique placé à une grande hauteur, est appelé à jouer dans les recherches scientifiques. Il y a là une mine nouvelle que pourront exploiter tour à tour les physiologistes et les physiciens, aussi bien que les chimistes, sans compter les géologues et les botanistes, qui étudient depuis longtemps notre chère montagne, et qui y retourneront d'autant plus volontiers, qu'ils seront sûrs de trouver à son sommet un asile sûr et plus confortable.

Les astronomes nous paraissaient aussi devoir être appelés à profiter de cet établissement qui présentait pour eux deux avantages : son altitude et la pureté de notre ciel, que le P. Kircher n'a pas craint de comparer à celui de l'Égypte, le pays où est née l'astronomie, si nous devons en croire l'histoire.

Nos prévisions étaient justes, et la lettre suivante, dont je vous demande la permission de vous donner lecture, entraînera, je n'en doute pas, votre conviction. Elle est adressée à notre président, M. Bouvier.

Paris, le 17 mai 1879.

Monsieur,

J'ai reçu la notice fort intéressante que vous venez de publier sur la création d'un Observatoire au sommet du Mont-Ventoux ; et M. Mascart m'a présenté vos plans.

J'ai été frappé aussi de la situation exceptionnellement favorable de cet observatoire au point de vue météorologique; mais elle ne présente pas un moindre intérêt au point de vue astronomique. Comme il ne peut être question d'y créer un observatoire astronomique permanent, je désirerais seulement utiliser cette situation pour y établir un petit observatoire temporaire où un de nos astronomes irait passer deux ou trois mois de la belle saison pour faire des études d'astronomie physique que la pureté de l'atmosphère, à cette hauteur et dans cette contrée, rendrait sans doute extrêmement intéressantes. On pourrait également y envoyer un astronome à un moment quelconque de l'année pour observer un phénomène particulier, tel qu'une éclipse, ou une planète au moment le plus favorable à son étude.

Dans de semblables conditions, il n'y aurait qu'un très léger accroissement à donner à vos constructions pour satisfaire à tous nos besoins. Il suffirait d'établir une plate-forme horizontale, devant la maison (vers le sud), de 4 à 5 mètres de largeur, et de 8 à 10 mètres de longueur, et sur laquelle on ferait rouler un téléscope. Cette plate-forme, au niveau du sol de la maison, permettrait de placer ce télescope dans de bonnes conditions pour l'observation et de le rentrer ensuite dans une salle spéciale qu'il faudrait faire pour le remiser. Cette salle devrait avoir 3 mètres sur 4 mètres comme celles dont vous avez tracé le plan, il faudrait en outre une nouvelle chambre à coucher. Cela reviendrait donc à étendre votre édifice, dans le sens de la longueur d'une pièce de plus; il y aurait cinq fenêtres au lieu de quatre.

Ce serait sans doute un petit surcroît de dépense, mais il serait parfaitement justifié par le but qu'on se proposerait, et je ne doute pas que vous n'acceptiez cette proposition qui donnera plus d'importance encore au très utile projet dont vous poursuivez à si juste titre la réalisation. Je ne manquerais pas, dans ce cas, d'appuyer de toutes mes forces l'acceptation de ce projet et la demande du concours de l'État qui paraît indispensable.

Veuillez agréer, Monsieur l'Ingénieur en chef, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le Contre-Amiral, Directeur de l'Observatoire,
Signé : E. Mouchez.

Ce nom en dit plus que bien des phrases : et, je n'aurais rien à ajouter, si je ne devais vous dire, ce que vous avez bien deviné sans doute, que nous nous sommes hâtés de nous conformer au désir de l'amiral Mouchez; M. Bouvier l'a informé que l'on introduirait dans le plan de l'observatoire du Ventoux, les modifications qu'il avait indiquées, afin de le rendre propre à l'organisation d'observations astronomiques.

Notre projet est donc consacré par l'approbation des deux hommes

éminents qui se sont partagé la succession de Leverrier : c'est un patronage dont nous sommes fiers, et derrière lequel nous sommes heureux de pouvoir abriter notre obscurité.

L'observatoire du Ventoux présente encore d'autres avantages, ceux-ci purement matériels sans doute, mais ce qui n'exclut pas leur valeur. Il est voisin de centres scientifiques importants; Lyon, Marseille, et à peu de distance de cette vieille cité savante (Montpellier), où nous sommes réunis aujourd'hui, et où je suis heureux de retrouver et de saluer mes premiers maîtres.

La grande artère qui conduit de Paris à Marseille passe à peu de distance; et beaucoup d'entre vous, en se rendant à ce Congrès, ont pu admirer au passage ce géant de nos contrées, qui domine pendant longtemps le magnifique panorama se déroulant devant les yeux du voyageur. On arrive à Carpentras en chemin de fer par l'embranchement de Sorgues; d'ici à peu d'années, la ligne nouvelle d'Orange à l'Isle rendra cette ville accessible de deux autres côtés. La vieille capitale du Comtat-Venaisin offre de nombreuses ressources fort appréciées par les gourmets; je ne sache pas que, pour être savant, on ne puisse avoir le palais délicat. Et n'est-ce pas un devoir pour un explorateur scientifique de déguster les truffes du Ventoux et les nombreux gibiers que l'on tue sur ses pentes? C'est un moyen de constater les heureux résultats des travaux considérables exécutés dans la montagne par l'administration si modeste, si utile et si intelligente des Eaux et Forêts.

De Carpentras, une excellente route conduit en une heure et demie à Bédoin : c'est là que l'on prend actuellement les mulets qui vous portent au sommet de la montagne; c'est de là que partira la route qui ira jusqu'à l'Observatoire. Elle est faite jusqu'à Sainte-Colombe (4 kilomètres), et en voie d'exécution de là à Saint-Estève (2 kilomètres). C'est à ce hameau que commence la vraie route de montagne, qui aura une longueur de 15 kilomètres avec une pente qui n'excèdera par 10 0/0.

La route passe à côté de la fontaine de la Grave, une des rares fontaines émergeant sur les flancs du Ventoux; elle se trouve à une altitude de 1,500 mètres et à 4 kilomètres du sommet. Ce voisinage de la fontaine est inappréciable au point de vue des travaux de construction, des habitants de l'Observatoire, et des touristes qui viendront le visiter.

L'ascension du Ventoux sera donc facile; ce ne sera plus qu'une promenade en voiture, et il est permis d'affirmer que, à de rares exceptions près, on pourra la faire en toute saison. Joseph Guérin y est monté à diverses reprises, alors que le thermomètre était au-dessous de zéro à Avignon; il est plus d'un chasseur qui est arrivé sur son sommet, alors qu'il était couvert de neige. Que sera-ce quand une bonne route y conduira!

Il sera sans doute prudent de s'abstenir les jours où les vents, qui ont été les parrains de la montagne, souffleront avec violence, ou quand de grandes masses de neige seront tombées; l'ascension dans ce cas-là pourrait être dangereuse. Hormis ces circonstances, elle sera toujours possible et les communications seront libres. C'est là une condition très avantageuse pour l'observateur, qui devra résider toute l'année au sommet du Ventoux, et qui ne sera pas réduit à ne communiquer avec les autres humains, pendant toute la saison d'hiver, que par son fil télégraphique.

Description de l'observatoire. — La possibilité d'hiverner sous notre latitude à une hauteur de 2,000 mètres ne fait pas de doute. Je n'irai pas jusqu'à comparer le séjour au sommet du Ventoux à une sorte de paradis terrestre, suivant l'expression de notre intrépide devancier, le général de Nansouty, qui n'a pas craint de s'installer à une altitude bien autrement rigoureuse, mais j'estime qu'avec une habitation bien entendue, on pourra facilement s'y préserver des violences des agents extérieurs.

Il me paraît nécessaire de vous exposer quelles sont les dispositions qu'a adoptées dans ce but M. Morard, ingénieur des Ponts et Chaussées à Carpentras, dans le projet qu'il a dressé sous la direction de M. Bouvier.

L'observatoire météorologique sera situé au sommet même de la montagne; une large plateforme sera établie par simple arasement de la roche à un mètre au-dessous du niveau actuel.

Les instruments seront placés à un mètre au-dessus du sol sur un massif arrondi en maçonnerie, dans lequel sera encastré un abri Montsouris, renforcé de manière à résister aux tempêtes les plus violentes.

Prévoyant que les grands froids ou les vents ne permettront pas de s'aventurer au dehors pour aller faire la lecture des instruments, on établit une galerie couverte, voûtée, à moitié creusée dans le sol, allant de l'habitation à la plateforme, où elle aboutit à une tour couverte, d'où les instruments, qui seront placés à une distance de 10 mètres, seront observés au moyen d'une lunette.

Cette tour aura une forme arrondie et ne présentera aucune saillie, pour ne pas favoriser les amoncellements de neige : elle aura deux fenêtres, l'une au N. l'autre à l'O., visant chacune un massif en maçonnerie portant les instruments : au cas où une fenêtre serait obstruée, l'autre permettrait les observations. A l'E. s'ouvrira une porte qui donnera le moyen d'aller faire les lectures par le beau temps. Une lanterne métallique et vitrée sera fixée au sommet du dôme pour permettre l'examen du ciel dans tout son ensemble.

La galerie couverte aura une longueur de $11^{m},70$ sur une hauteur

de 2 mètres. La tour aura 2 mètres de diamètre intérieur, et une hauteur de 2 mètres du plancher à la naissance de la voûte.

Les deux massifs de maçonnerie auront chacun 1 mètre de hauteur et 2 mètres de diamètre.

Habitation. — Elle sera abritée contre les vents du N. par la montagne elle-même; en effet, elle sera bâtie sur une plate-forme, qui sera construite à 8 mètres au dessous du sommet actuel; elle sera adossée au roc, dont la séparera un couloir ayant 1 mètre de largeur, qui défendra la partie habitée contre le froid et contre l'humidité.

Sa façade aura une longueur de 11m,50, qu'il faudra prolonger d'environ 4 mètres pour satisfaire au désir de l'amiral Mouchez; sa profondeur aura 7m,50 et sa hauteur au faîte de l'édifice 8 mètres.

Il y aura deux étages, avec quatre fenêtres à chaque étage, ayant toutes 1 mètre de largeur; celles du premier étage auront 2 mètres de hauteur et celles du rez-de-chaussée 1m,50. Toutes ces fenêtres s'ouvriront sur la façade et seront tournées vers le Midi pour faire entrer largement le soleil qui apportera et la lumière et la chaleur.

Dans le mode de couverture il fallait prévoir les grandes quantités de neige qui peuvent s'amonceler sur la toiture et lui faire supporter un poids considérable. Voici les dispositions adoptées : une voûte en maçonnerie portée par deux piédroits, formant les murs de façade et renforcés du côté du Midi par de puissants contreforts; la voûte est elle-même recouverte par une toiture en pierres plates.

Entre la partie habitée et le couloir longeant la montagne, règnera sur toute la longueur de l'édifice un corridor ayant une largeur de 1 mètre; il dessert toutes les pièces et contient l'escalier.

Au *rez-de-chaussée*, qui a une élévation de 2m,60, on trouve en allant de l'O. à l'E. :

1° Une grande pièce de 7m,50 sur 4 mètres, qui en été servira d'écurie pour abriter les chevaux, les mulets ou les voitures des visiteurs. Pendant l'hiver, ce sera le magasin aux provisions et au combustible;

2° Une grande salle (3m,70 sur 4 mètres) avec cheminée, qui sera plus spécialement réservée aux touristes;

3° Une autre pièce (3m,25 sur 4 mètres) qui servira de magasin pendant la belle saison.

Au *premier étage*, dont les pièces ont une hauteur de 3m,50 mesurée du plancher au sommet de la voûte, on a :

1° Une grande cuisine (3m,50 sur 4 mètres) servant de salle à manger et pouvant recevoir un lit;

2° Une grande chambre (4 mètres sur 4 mètres). Ces deux pièces constituent le logement du gardien.

3° Deux chambres, l'une de $3^m,80$ sur 4 mètres, l'autre de $3^m,40$ sur 4 mètres, qui pourront recevoir les savants désireux d'aller travailler à ces hauteurs. Chacune des pièces du premier étage a une cheminée.

Les eaux qui tomberont sur la maison, seront recueillies dans une citerne pouvant recevoir 20,000 litres, qui fournira l'eau nécessaire aux usages domestiques.

Paratonnerre. — D'après le conseil de M. Mascart, le système adopté a été celui de M. Melsens. Il consiste, je n'ai besoin que de le rappeler, à multiplier le nombre des pointes qui sont groupées en aigrettes; leurs bases sont réunies entre elles par un réseau de conducteurs épousant la forme extérieure du bâtiment.

A l'observatoire du Ventoux, le faîte, les quatre arêtes descendantes du toit, les deux chéneaux et les quatre coins du bâtiment seront munis de conducteurs de 8 millimètres de diamètre. Un fil, descendant du milieu du faîte sur le versant N. du toit, se continuera sur la galerie jusqu'à la grande aigrette protectrice de la tour.

Il y aura sur le sommet du toit trois grandes aigrettes, une au milieu et une à chaque extrémité; deux petites aigrettes seront placées de chaque côté; entre celles-ci, il y en aura une à chaque angle du toit.

Ce qui donnera quatre grandes aigrettes ayant chacune 1 mètre de hauteur, et trois petites aigrettes ayant $0^m,50$ de hauteur.

Ce réseau communiquera avec le sol par sept fils différents. Là est la difficulté. M. Melsens indique plusieurs modes de terminaison des conducteurs terrestres, mais en partant toujours de ce principe, qu'il est possible d'atteindre la terre constamment humide. On sait comment est composé le sol au sommet du Ventoux ; un amas de fragments de roches calcaires plus ou moins segmentées, plus ou moins volumineuses et laissant filtrer l'eau avec une extrême facilité; en dessous se trouve, il est vrai, d'après M. l'inspecteur des forêts, une couche où le calcaire, réduit en fragments très ténus, forme comme une espèce de terre capable d'absorber et de retenir l'humidité.

Justement préoccupé de la solution du problème, M. Bouvier a écrit à M. Melsens pour avoir son avis. Voici quelle a été sa réponse :

« Je crois que la terre ne se desséchera jamais jusqu'à la profondeur » de 1 mètre à $1^m,50$ de façon à être un mauvais conducteur de l'élec- » tricité statique. Les expériences que je décris dans la note 4, pages 13, » 14 et 15, me paraissent, jusqu'à un certain point bien entendu, pou- » voir faire admettre que, si vos contacts à la terre se font par une » grande surface métallique, s'ils sont nombreux, il y aura assez d'écou- » lement pour que les craintes (eu égard au foudroiement de l'édifice) » disparaissent. »

Suffira-t-il de terminer les conducteurs terrestres du paratonnerre par de larges surfaces, qui seront plongées dans la couche ténue que recouvre la couche superficielle?

Devra-t-on les mettre en communication avec les terrains toujours humides qui avoisinent Font-Filiole, source qui se trouve à 600 mètres du sommet?

C'est là une question réservée, qu'une étude plus approfondie du terrain permettra de trancher, et pour la solution de laquelle la Commission météorologique de Vaucluse sera heureuse de recevoir les conseils des physiciens qui s'intéressent au succès de son œuvre.

Télégraphe. — Plusieurs fils établiront une communication directe entre Bédoin et l'observatoire; la longueur du fil sera d'environ 10 kilomètres. Afin d'éviter les interruptions si fréquentes qui se produiraient, (l'expérience du Pic-du-Midi et du Puy-de-Dôme sont là pour nous en avertir), les fils seront souterrains dans la partie supérieure de leur parcours.

Tous les plans ont été soumis à l'examen du Bureau central météorologique, et nous aurions pu déjà commencer l'exécution de la route, dont les études ont été complètement terminées par les agents dévoués du service vicinal, qui ont dû aller passer plusieurs semaines dans deux baraques construites à leur usage et placées non loin du sommet de la montagne. Il nous a paru plus prudent d'attendre que le Parlement eût voté la subvention qu'a demandée le préfet de Vaucluse, et en faveur de laquelle le Bureau central de météorologie consulté par le ministre a donné un avis favorable.

Ceci me conduit à vous entretenir de l'un des côtés de la question, qui n'est certainement pas le moins intéressant : l'état de nos ressources. Vous avez sans doute gardé le souvenir de la généreuse initiative prise par M. Bischoffsheim, qui, après une simple conversation avec M. Mascart, s'inscrivit spontanément pour une somme de 10,000 francs; bientôt après l'Association scientifique et votre Association nous accordaient l'une 500, l'autre 2,000 francs. Voilà tout ce que nous possédions au 12 mars dernier, lorsque nous avons déposé notre rapport; depuis lors nous avons fait du chemin! Le Conseil général de Vaucluse, dans sa session d'avril, nous a voté 20,000 francs; le Conseil municipal de Bédoin 10,000 francs, plus tous les terrains nécessaires pour la route et l'observatoire; le Conseil municipal de Carpentras 1,000 francs; les autres communes du département environ 3,000 francs; la Chambre de commerce d'Avignon 1,000 francs; la Compagnie du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée 2,000 francs. Les Conseils généraux de la Haute-Saône et du Var, le Conseil municipal de Toulon, la Chambre de com-

merce de Montpellier, ont bien voulu aussi contribuer par leurs subsides à l'œuvre entreprise. Enfin, quoique nul ne soit prophète en son pays, nous avons eu la satisfaction de voir un mouvement des esprits considérable se déclarer en faveur de l'observatoire du Ventoux, et, malgré qu'aucune propagande active n'ait encore été faite, nous avons déjà recueilli, dans le seul département de Vaucluse, 10,000 francs de souscriptions particulières, dans lesquels il est juste de dire que MM. Dussaud sont compris pour 1,500 francs.

Grâce aux subventions que viennent de nous voter dans leur dernière session les Conseils généraux des Bouches-du-Rhône, de l'Hérault, de l'Ardèche, de la Drôme et du Rhône, nous avons dépassé le chiffre de 60,000 francs; avec les 50,000 francs proposés, et que le Parlement, nous croyons en avoir l'assurance, ne nous refusera pas, il ne nous manque plus que 40,000 francs pour avoir les 150,000 francs, qui représentent le chiffre prévu des dépenses. Nous avons la ferme conviction que nous les trouverons : nous avons dès nos débuts appelé à notre aide tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la science; il serait difficile de trouver une réunion qui en renfermât un plus grand nombre, que celle devant laquelle j'ai l'honneur de parler aujourd'hui C'est donc à vous, Messieurs, que je m'adresse : nous vous demandons aide et assistance, et nous espérons que vous ne resterez pas sourds à notre voix.

L'opinion publique s'est formellement prononcée en faveur de l'observatoire du Ventoux; la presse s'y est intéressée, et vous aurez pu lire dans divers journaux plusieurs articles sur la question : je me permettrai de vous rappeler celui de M. Simonin paru dans *la France* du 3 mai, et le feuilleton du *Siècle* du 11 mai dû à M. Georges Pouchet.

Au mois d'avril dernier, le congrès qui a réuni à Rome les savants les plus compétents parmi ceux qui, dans le monde entier, ont fait de la météorologie l'objet de leurs études, a émis d'une façon toute spontanée un vœu en faveur de l'érection d'un observatoire sur le sommet du Mont-Ventoux.

A la même époque, lors de la réunion à Paris des Sociétés savantes, à la suite d'une communication que j'eus l'honneur de faire dans une des assemblées générales de la section scientifique, M. Milne-Edwards qui la présidait, voulut bien se faire l'interprète de l'opinion de l'assistance, et dire tout l'intérêt que le monde scientifique prenait à la réussite de l'œuvre que nous avions entreprise.

Le Mont-Ventoux aura d'ici à peu d'années, c'est ma plus ferme conviction, son observatoire météorologique : il remplit toutes les conditions que réclament pour les observatoires de montagne les météorologistes compétents : isolement, altitude, éloignement de toute montagne

ayant une hauteur supérieure ou même égale à la sienne, différence de niveau de près de 2,000 mètres entre son sommet et la plaine voisine; la grande facilité avec laquelle on pourra arriver à son sommet, à peu près en toute saison, est aussi une condition favorable. Je ne vous fatiguerai pas en énumérant à nouveau toutes les hautes approbations que notre projet a recueillies; mais je rappellerai que de Saussure, au commencement du siècle, et M. Charles Martins plus tard, avaient prévu les services que pourrait rendre un observatoire météorologique placé sur ce sommet.

En terminant, Messieurs, laissez-moi vous adresser encore un mot : l'Association française pour l'avancement des sciences nous a déjà témoigné toute sa sympathie, en votant une subvention pour l'installation de l'observatoire; aujourd'hui que le projet est connu, étudié, nous venons dans cette réunion solennelle, réclamer non plus son concours pécuniaire, mais son appui moral, et nous sommes persuadés qu'il ne nous fera pas défaut.

Aidés par vous, nous triompherons facilement des dernières difficultés : et lorsque, dans deux ans, vous passerez au pied du Ventoux, vous disposant à franchir la Méditerranée et à vous rendre dans la capitale de nos possessions africaines, un regard jeté sur le sommet de la montagne vous permettra, j'en ai le ferme espoir, d'y voir flotter le drapeau national au faîte de l'édifice scientifique dont vous aurez été des premiers à encourager la création.

M. A. VALAT

Ancien élève de l'École polytechnique, ancien Recteur à Bordeaux

L'OBSERVATOIRE DU PIC DU MIDI

— Séance du 30 août 187 . —

M. Scipion BRICKA Fils

Membre de la Société languedocienne de géographie de Montpellier.

SUR LE PROJET DE CONSTRUCTION D'UN OBSERVATOIRE SUR LE MONT AIGOUAL

— Séance du 1er septembre 1879. —

De remarquables travaux ont été publiés dans ces dernières années au sujet du choix de points d'observations pour le régime climatérique du Midi. Plusieurs savants ont avancé dans leurs recherches que le mont Aigoual devait être préféré à beaucoup d'autres pour l'étude des phénomènes atmosphériques de notre région méridionale. C'est pour appuyer cette opinion que nous présentons au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences quelques courtes réflexions sur la position avantageuse de l'Aigoual pour des observations climatériques dans le midi de la France.

L'Aigoual, par son altitude, 1,567 mètres, est l'un des principaux sommets des Cévennes méridionales. Son massif se développe vers le point où la chaîne, s'inclinant vers le sud-ouest, présente son flanc au midi, en projetant de distance en distance, et dans cette direction, des contre-forts et des rameaux entre lesquels s'ouvrent les profondes vallées cévenoles, avec leurs rivières torrentueuses, jonchées de blocs de rochers arrachés aux pentes abruptes de la montagne.

Du côté du nord l'aspect est bien différent ; la chaîne est plus souvent boisée ; on n'y voit plus aussi fréquemment ces pentes arides où les roches se désagrègent et s'éboulent dans les vallées, comme cela arrive sur l'Hérault près de sa source, et sur la rivière des Salles, petit affluent de l'Hérault. La Jonte, le ruisseau de Bramabioou, le Tarnon, s'échappent au nord, à travers bois, et n'atteignent pas brusquement des vallées aussi profondes que leurs sœurs du midi. Ce sont cependant des rivières rapides, mais l'altitude de leurs cours baisse sans beaucoup de secousses, en gardant toutefois une pente assez vive.

Pour le régime des vents, l'Aigoual est, à notre avis, un régulateur puissant, il participe avec la chaîne à laquelle il appartient à une délimitation des courants atmosphériques presque aussi nette que la ligne de partage des eaux. Prenons, par exemple, les vents pluvieux de notre région : le marin, soufflant plus ou moins directement du midi, atteint la montagne après avoir arrosé toutes les plaines basses, voisines de la mer, et les vallées jusqu'à une certaine altitude ; souvent le vent du midi s'arrête là, laissant bien peu d'eau sur l'Aigoual. Mais si ce vent souffle avec violence, les nuages plus élevés entourent la montagne, la franchissent, en y abandonnant la plus grande partie de leur vapeur d'eau rapidement condensée par la froide atmosphère qui entoure la montagne. Ces nuages s'y dépouillent si bien que la pluie ne

tombe plus au delà vers le nord, et les cultivateurs des bords du Tarnon et de la Jonte redoutent particulièrement ce vent du midi qui gronde en orage sur l'Aigoual, fait naître des inondations subites et terribles, sans qu'il soit tombé une goutte d'eau dans les vallées peu distantes de la montagne.

Le vent du midi n'est pas le seul vent pluvieux de l'Aigoual ; les courants de l'ouest, remontant les vallées des affluents de la Garonne, viennent souvent y apporter leur tribut d'élément liquide, c'est le plus souvent une pluie fine et froide, remplacée en hiver par cette petite neige que le vent promène en tourbillons, pour la jeter et l'accumuler ensuite dans les ravines et dans les bois.

Vent du midi, vent d'ouest, voilà les deux courants atmosphériques les plus fréquents sur l'Aigoual. Le vent du nord, froid et sec, souffle assez souvent en hiver ou à l'approche du printemps ; c'est à lui que l'on doit ces belles nuits d'hiver, avec leur ciel brillant d'étoiles, dont la lumière, arrivant sur la neige, fait jaillir ces mille reflets scintillants des cristaux de glace.

Pour les habitants des environs de l'Aigoual. la formation des orages vient toujours de la lutte de deux vents opposés ; dans les basses vallées, du fond desquelles on ne voit souvent qu'une bande du ciel, les orages semblent se former sur place, mais ce n'est qu'apparent, car dans le pays même, on prévoit très bien la force et la durée de l'orage en considérant le côté du ciel où les nuages s'amoncèlent.

Sur l'Aigoual, et particulièrement sur le versant de Trèves et de Meyrueis, les orages à grêle sont fréquents, toujours amenés par des courants de l'ouest, contrariés ordinairement par les vents du midi qui viennent heurter l'Aigoual de leurs nuages peu élevés alors dans l'atmosphère. Ces orages embrassent toute la région montagneuse du nord de l'Aigoual et une partie des causses ; la chûte de la grêle a lieu sur un ou plusieurs points, et, chose curieuse, constatée vingt fois dans la vallée du Tarnon, c'est que ces orages ne franchissent presque jamais le col de Perjuret qui unit un rameau de l'Aigoual au causse Méjean (plateau de Florac). Ainsi, tandis que la grêle est un fléau presque annuel pour la vallée de Meyrueis, elle est fort rare de l'autre côté du col, c'est-à-dire dans la vallée du Tarnon.

Nous n'essaierons point d'entrer dans d'autres développements au sujet des phénomènes atmosphériques si curieux à observer sur l'Aigoual, nous dirons seulement en terminant que par sa position centrale dans le midi, par son rôle dans le régime des vents de la région qui l'entoure, l'Aigoual est un point tout désigné pour la construction d'un observatoire ; la science climatologique y gagnerait quelques découvertes, et notre beau bassin de la Méditerranée profiterait d'utiles indications sur les phénomènes qui s'accomplissent dans son atmosphère.

M. VIGUIER

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

PROJET DE CONSTRUCTION D'UN OBSERVATOIRE SUR LE MONT AIGOUAL

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Viguier, revenant sur l'idée qu'il avait émise au Congrès de Paris, s'est basé dans sa discussion sur l'insuffisance de l'Observatoire du Ventoux pour rattacher le bassin méditerranéen au bassin océanique et relier les Alpes aux Pyrénées : enfin, aussi, pour suffire aux applications que réclament les diverses industries de la région méridionale. Les Cévennes formant la ligne de partage des eaux séparent aussi deux climats bien distincts; l'Aigoual, en particulier, dominant les bassins des deux mers, récolte d'un côté les bourrasques de l'Océan, les vents des Pyrénées et avec eux les grêles désastreuses. Tandis que de l'autre, les vents orageux de la Méditerranée y apportent des quantités de pluie inconnues au reste de la France.

Le département de Vaucluse est isolé du bassin océanique par les Cévennes, et les premiers contre-forts des grandes Alpes l'abritent contre les effets des vents orageux de la Méditerranée.

Enfin, le mistral apparaît avec les caractères bien tranchés d'un courant spécial. Ces résultats généraux sont accusés par un régime de vents tout à fait distinct de celui du Languedoc, par la faiblesse de la moyenne pluviométrique malgré l'altitude, et, enfin, par la sporadicité des orages généralement très restreints qui éclatent dans cette région à peu près par tous les vents, tandis que les orages cévénois se rattachent aux grands courants atmosphériques qui émanent de l'Océan ou de la Méditerranée.

DISCUSSION

M. Angot explique que le seul moyen de faire avancer cette question lui paraît d'établir des plans et des projets précis, et de se procurer dans le pays les premières ressources nécessaires pour commencer la construction de l'observatoire. L'État contribue le plus souvent aux dépenses, mais à condition que la ville ou le département aient déjà pris à leur charge une partie de la dépense.

M. Bouvier dit qu'on a choisi le mont Ventoux à cause de son altitude qui permettra d'observer les grands mouvements de l'atmosphère; loin de critiquer l'établissement d'un observatoire sur l'Aigoual, il trouve qu'on ne saurait trop multiplier les observatoires de montagne.

M. Doumet-Adanson trouve que l'observatoire du Ventoux ne pourra suffire pour la prévision du temps, car les perturbations vont de l'ouest à l'est : il

pense que l'observatoire de l'Aigoual est même nécessaire à celui du Ventoux qu'il complétera, se trouvant placé entre le pic du Midi et le département du Vaucluse.

M. le sénateur MEYNADIER, répondant à la demande précédemment formulée par M. Angot, dit que l'on trouvera à Paris, auprès de M. le commandant Périer, tous les renseignements dont on aura besoin. Il faut remarquer que l'Aigoual a sur le Ventoux l'avantage d'être dès à présent accessible au moyen d'une route commode. A la suite de cette discussion, la section émet un vœu qui sera soumis à l'assemblée générale.

M. REDIER

Constructeur d'instruments de précision, à Paris.

PRÉSENTATION D'APPAREILS ENREGISTREURS.

— *Séance du 1er septembre 1879.*

M. le Dr FINES

SUR LA MESURE DE LA NEIGE

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. le Dr FINES

AVERTISSEUR DU FEU GRISOU.

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. H. DUFOUR

Professeur à l'Université de Lausanne.

NOUVEAU BAROMÈTRE ENREGISTREUR (1).

— *Séance du 3 septembre 1879.*

M. H. DUFOUR

Professeur à l'Université de Lausanne.

UNIFICATION DES ÉCHELLES EMPLOYÉES DANS LES INSTRUMENTS ENREGISTREURS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Dufour attire l'attention des membres de la section de Météorologie sur l'importance qu'il y aurait à unifier les échelles adoptées pour les appareils enregistreurs. Une convention faite entre météorologistes sur ce sujet serait indispensable aujourd'hui, puisque les appareils enregistreurs se multiplient de plus en plus.

Il propose par conséquent que la section Météorologique de l'Association française pour l'avancement des sciences prenne l'initiative de cette étude, afin de pouvoir faire aux météorologistes des propositions précises dans un avenir prochain.

(1) Voir à la section de Physique, p. 393.

M. le Dr Jules CARRET
De Chambéry.

DÉTÉRIORATION DU CLIMAT DE LA SAVOIE ET VARIATIONS DES CLIMATS DANS L'EUROPE OCCIDENTALE

— Séance du 3 septembre 1879. —

Personne ne doute que nos pays aient éprouvé des modifications de climat depuis quelques dizaines ou quelques centaines de milliers d'années. Il y faisait certainement froid à la dernière époque glaciaire. Il y faisait certainement chaud lorsque nos mers étaient peuplées de coraux constructeurs analogues à ceux des mers tropicales. Mais on doute que le climat de l'Europe occidentale se soit modifié durant les deux ou trois derniers siècles.

Ceux qui croient aux cataclysmes imaginent de longues périodes uniformes séparées par des changements subits ou rapides. Après Arago, ils ont tendance à admettre que, durant tous les temps historiques, nos climats sont demeurés ce qu'ils sont aujourd'hui. Les autres, ceux de l'école de Constant Prévost et de Lyell, croient à une série ininterrompue de changements climatériques très lents, et ne sont pas portés à penser que le climat d'un pays quelconque puisse réellement demeurer semblable à lui-même.

Nos climats sont-ils en voie de modification? Cette question a été souvent posée. Elle intéresse les naturalistes, les astronomes, les historiens, les économistes, même les médecins. On a cherché à y répondre à l'aide des observations du thermomètre, du progrès ou du recul des cultures, des variations de la limite supérieure des forêts et de la limite des neiges persistantes, des oscillations des glaciers. Les réponses ont été fort diverses. La question a été résolue dans tous les sens possibles. Ceci montre qu'elle n'est pas encore résolue.

J'apporte à la discussion des faits nouveaux, dont les principaux sont basés sur la statistique.

I. — Le département de la Savoie comprend 327 communes, situées à des altitudes très inégales. La plus élevée est à 1,849 mètres au-dessus du niveau de la mer. La plus basse est à 227 mètres. La différence entre les extrêmes est de plus de 1,600 mètres.

J'ai partagé ces 327 communes en groupes suivant l'altitude et suivant l'orientation, et j'ai cherché comment a varié la population dans chacun de ces groupes.

En règle générale, si la quantité des subsistances vient à diminuer dans une portion d'un pays aussi anciennement habité que la Savoie, le chiffre des habitants de ce même territoire doit également diminuer. Et réciproquement : si la population diminue dans une portion du pays, cela est signe que la quantité des subsistances y a baissé. Je dirais que cette règle est d'une vérité absolue, s'il ne convenait de faire des réserves en ce qui concerne l'élévation ou la dépréciation du type de bien-être, — et la répartition de la richesse produite. Sous le bénéfice de ces réserves, j'ajoute que pour la Savoie, pays essentiellement agricole, pays à cultures variées, — une diminution dans la quantité des subsistances marque avec certitude une détérioration du climat.

On estime que la France contient 19 millions d'agriculteurs, soit un peu plus de la moitié de la population totale. Cette proportion s'élève en Savoie à plus des trois quarts de la totalité des habitants (218,048 agriculteurs sur 275,039 habitants et 208,274 sur 268,361 habitants d'après les dénombrements de 1862 et de 1876.) La propriété y est extrêmement morcelée, et nulle part, dit M. Tochon, la culture intensive n'est plus développée.

J'ai trouvé dix dénombrements réels de la population entre l'an 1800 et l'époque actuelle. Je ne crois pas qu'il y en ait eu d'autres dans ce siècle. Aux archives départementales, j'ai relevé ceux de 1800, de 1814, de 1828 et de 1858. Celui de 1800 a été fait par l'administration française ; c'est l'un des meilleurs. Celui de 1814 a été fait par l'administration piémontaise, il ne comprend que la partie de la Savoie laissée au Piémont par les traités de l'époque; il y manque un quart environ du département. Je le crois inédit. Il est précieux, parce que aucun dénombrement ne fut fait en France vers ce moment, et qu'il peut servir à mesurer l'accroissement de la population survenu malgré les guerres de l'Empire, et, tout ensemble, la perte d'hommes éprouvée par ces guerres. Les dénombrements qui suivent, jusqu'en 1860, m'ont paru les moins exacts. Ceux de 1838 et de 1848 ont été publiés à Turin, par le gouvernement (1). Tous les autres se trouvent dans les *Actes administratifs* de la préfecture de la Savoie. Dans ces dix dénombrements, j'ai pris les chiffres de la population de chaque commune.

D'autres dénombrements réels paraissent avoir été faits en Savoie durant le siècle dernier, notamment en 1724, 1773, 1783 et 1790. Celui de 1783 serait le moins inexact. On les trouve peut-être aux archives de Turin. Je n'en connais que les totaux.

(1) *Informazioni statistiche*, 4 vol. Bibliothèque de la ville de Chambéry.

J'aurai à parler tout à l'heure d'un document qui remonte à 1731, lequel marque les changements survenus dans la valeur productive du sol des différentes parties de la Savoie. Je m'aiderai encore des chiffres donnés par Mgr Billiet, lesquels indiquent les populations de 77 communes, presque toutes de la Maurienne, pour l'année 1650.

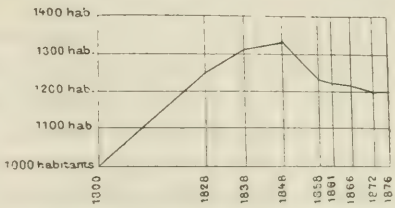


Fig. 51. — Variation de la population totale du département de la Savoie entre 1800 et 1876.

II. — Le tableau ci-dessous et la fig. 51 présentent les variations de la population totale du département de la Savoie, de l'année 1800 à l'année 1876 :

Epoque du recensement.	Population.	Nombres proportionnels.
1800	223.496	1.000
1828	279.339	1.250
1838	293.120	1.312
1848	298.247	1.334
1858	276.505	1.237
1861	275.039	1.231
1866	271.663	1.216
1872	267.958	1.199
1876	268.361	1.201

Il est bien entendu que la surface de territoire que j'appelle *département de la Savoie* n'était pas une unité géographique ou politique en 1800 ni en 1848, ni à aucun des sept premiers recensements. A toutes les époques, je considère le même nombre de communes et les mêmes communes; j'étudie les variations de la population d'un même territoire : le département actuel de la Savoie.

Cette population était de 223.496 habitants en 1800; — de 298,247 habitants en 1848, c'est-à-dire plus nombreuse d'un tiers; — de 268,361 habitants en 1876, soit d'un cinquième seulement plus nombreuse qu'en 1800.

En des termes plus simples : 1.000 habitants en l'an 1800 deviennent 1,334 en 1848, et 1,200 en 1876. Les nombres intermédiaires sont inscrits dans le tableau.

En réalité, la ligne qui représente les variations de la population est une ligne courbe. Il ne peut pas y avoir des angles. Ici, c'est une ligne brisée, parce que je n'ai pas voulu d'un tracé arbitraire. Cette ligne brisée nous montre l'état de la population à des moments espacés, comme la montrent les recensements successifs, et ne prétend pas marquer la continuité du mouvement. Elle l'indique cependant : on imagine facilement la courbure la plus simple qui passerait par les sommets de tous les angles. On voit bien que le maximum de la population a dû arriver un peu avant 1848. On voit aussi que la courbe enveloppe la ligne brisée jusque plus loin que 1848, puis coupe cette même

ligne. Ces remarques, ou des remarques semblables, sont applicables aux lignes brisées des tableaux qui vont suivre.

Partageons en cinq zones les 327 communes du département de la Savoie : — la première zone comprenant les communes situées à plus de 1,200 mètres d'altitude; — la seconde, les communes situées entre 1,200 et 1,000 mètres; — la troisième, entre 1,000 et 700; — la quatrième entre 700 et 500; — la cinquième, comprenant les communes situées à moins de 500 mètres. Prenons le total de la population de chaque zone à chaque recensement, — nous pourrons tracer les lignes de la figure 52.

Prenons, en 1800, 1,000 habitants, de la zone de plus grande altitude : — ces 1,000 habitants deviennent 1,080 en 1814, 1,130 en 1828, 1,149 en 1838, 1,145 en 1848, ils retombent à 959 en 1858, sont 1,013 en 1861, puis 957 en 1866, 915 en 1872, et 899 en 1876. La population de cette zone est actuellement inférieure d'un cinquième à ce qu'elle était en 1800.

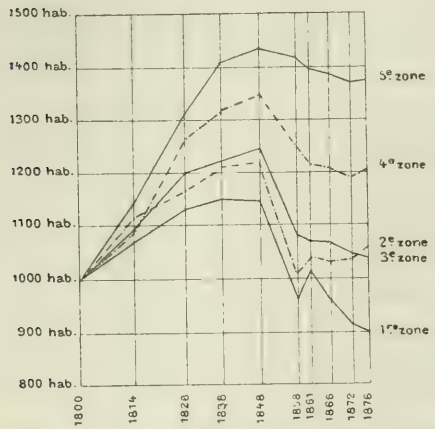


Fig. 52. — Variation de la population suivant l'altitude. Département de la Savoie partagé en cinq zones.

Prenons de même, en 1800, 1,000 habitants de la cinquième zone, celle de moindre altitude. Ces 1,000 habitants deviendront successivement : 1,139, 1,315, 1,411, 1,443, 1,423, 1,400, 1,389, 1,375 et 1,377. Les 1,000 habitants restent accrus de plus d'un tiers.

Les zones intermédiaires en altitude donnent des courbes intermédiaires aux courbes des deux zones extrêmes. Les cinq lignes se superposent dans l'ordre voulu, mais leur régularité n'est pas complète. Certains points de quelques-unes des lignes constituent des exceptions. Les exceptions les plus saillantes sont facilement explicables.

Dès l'année 1866, la ligne de la deuxième zone se relève alors que toutes les autres s'abaissent. Entre les années 1872 et 1876, elle se relève si bien qu'elle coupe la ligne de la troisième zone et se termine plus haut qu'elle. La deuxième zone comprenait 23,397 habitants en 1800, elle en comprend 24,971 en 1876. Or, dans cette zone sont les communes de Modane et de Fourneaux, lesquelles formaient un total de 1,073 habitants en 1800, puis successivement de 1,212, 1,313, 1,370, 1,386, 1,404, 1,393 habitants. Jusqu'ici, en 1861, ce total n'a rien d'extraordinaire ; subitement il arrive aux chiffres suivants : 1,699, 2,299, 3,364. Il y a là une augmentation anormale d'environ 2,000 habitants, due évidemment aux travaux de la percée des Alpes et à l'établissement de la gare internationale. Otez ces 2,000 habitants, et la ligne de la deuxième zone se terminera non seulement au-dessous de la ligne de la troisième zone, mais encore notablement au-dessous de la ligne indi-

quant 1,000 habitants ; — elle sera un intermédiaire très juste entre les lignes des deux zones les plus voisines.

Sur les lignes de la première et de la seconde zone, les points qui se rapportent aux dénombrements de 1858 et de 1861 sont placés : le premier très bas, le second très haut, de manière que les deux lignes dessinent des crochets. Rien de semblable sur les autres lignes, même la ligne de la cinquième zone, la zone plus basse, montre un dessin contraire. La courbe de la population totale du département (fig.51) n'offre pas à ces époques une inflexion bien marquée. Voici la raison de cette particularité. Le dénombrement de 1858 a été fait au milieu de l'hiver, au moment où l'émigration annuelle enlève aux hautes régions une partie de leurs habitants. Le dénombrement de 1861 a été fait entre le 1er mai et le 1er juin ; les émigrants étaient rentrés dans leurs foyers. Cependant il ne faut pas croire que les dépressions des deux premières zones donneraient la mesure de l'émigration hivernale des Savoyards, car les recensements opérés par l'administration piémontaise étaient basés sur le domicile de droit, ou à peu près, — et les dénombrements opérés par l'administration française ont pour base le domicile de fait, approximativement aussi. Si ces règles avaient été rigoureusement observées, les deux lignes n'auraient pas de crochets. Les crochets seraient accusés davantage si le domicile de fait avait été la règle constante.

Entre 1800 et 1814, les lignes de la première, de la troisième et de la cinquième zone sont bien à la place qui leur convient, mais la ligne de la deuxième zone prend la place de la ligne de la quatrième, et réciproquement. La population de la deuxième zone semble trop forte ; celle de la quatrième, trop faible. Les diverses parties de la Savoie avaient inégalement souffert des guerres de la République et de l'Empire. En outre, beaucoup d'individus, craignant les rancunes du gouvernement piémontais, ont dû quitter la portion du territoire dévolue au Piémont et émigrer en France ; — de même qu'en 1792, à l'arrivée des troupes françaises, beaucoup de Savoyards avaient émigré en Piémont. Les émigrants de 1814 étaient, on le comprend, plutôt des citadins que des montagnards. J'avertis aussi que, le dénombrement de 1814 ayant laissé de côté une partie du territoire, partie comprise tout entière dans les trois zones les plus basses, j'ai dû, pour fixer les points de ces trois zones, calculer la population inconnue de chacune en proportion de la population dénombrée, qu'ainsi peut-être ces trois points ne sont pas exactement à leur place véritable.

Les principales anomalies étant expliquées, l'ensemble de la figure montre clairement que les populations des cinq zones entre lesquelles nous avons partagé les communes de la Savoie, tendent bien à augmenter ou à diminuer aux mêmes époques, mais qu'une raison spéciale, qui pèse plus lourdement sur les populations des hautes altitudes, atténue l'accroissement de la population dans les hautes zones et exagère sa décroissance.

La figure 53 représente la population du département de la Savoie partagée en dix-sept zones de cent mètres d'altitude chacune, à part les deux extrêmes.

La surface couverte de hachures obliques est celle que donne le dénom-

brement de 1876. Elle se compose de dix-sept rectangles superposés. La surface de chaque rectangle est proportionnelle à la population de la zone dont il a le rang. On voit que la population est rare dans les sept zones supérieures, médiocre dans les six qui suivent, et qu'elle abonde dans les quatre zones inférieures, situées au-dessous de 600 mètres.

Cette figure représente, par le même procédé, la population de l'an 1800.

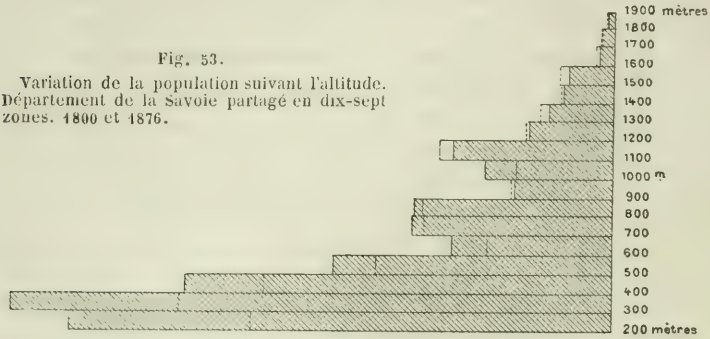


Fig. 53.
Variation de la population suivant l'altitude. Département de la Savoie partagé en dix-sept zones. 1800 et 1876.

Les rectangles donnés par le dénombrement de 1800 ont à droite de la figure la même limite que ceux de 1876; à gauche, ils sont limités par les lignes à petits traits. Par la superposition de ces rectangles, on voit facilement dans quelles zones la population a augmenté depuis le commencement du siècle, dans quelles zones elle a diminué, et dans quelles proportions la variation s'est effectuée. A part deux exceptions que je vais expliquer, la population a augmenté dans les sept zones les plus basses, et diminué dans les dix zones les plus élevées. Elle a augmenté considérablement dans les deux zones les plus basses, notablement encore dans les deux qui suivent, puis, l'augmentation s'atténuant toujours, s'arrête à l'altitude de 900 mètres, au-dessus de laquelle le nombre des habitants est en voie de décroître.

L'exception la plus saillante est celle de la zone comprise entre 1,000 et 1,100 mètres, où la population, au lieu de diminuer, semble avoir beaucoup augmenté. C'est la zone des communes voisines de la percée des Alpes. Son accroissement est récent et accidentel.

La seconde exception est relative à la zone comprise entre 1,700 et 1,800 mètres. Celle-ci n'a qu'une seule commune, Bessans, située presque au plus haut de la vallée de l'Arc; et c'est la seule zone qui n'ait qu'une commune. Or, peu avant le dénombrement de 1,800, la vallée de l'Arc avait été désolée par la guerre, et les communes voisines du Mont-Cenis avaient été particulièrement éprouvées. Un général français, soupçonnant les habitants de renseigner l'ennemi sur les mouvements des troupes, avait enlevé les populations de plusieurs villages et les avait fait conduire au fort de Barraux. En 1800, la commune de Bessans avait une population anormale et trop faible. Aussi, du chiffre de 890, en 1800, elle remonte subitement à 1,344 en 1814. Ce nombre décroît, retrouve un maximum en 1848, et aboutit à 1,002 en 1876. La seconde exception est expliquée.

III. — Mgr Billiet, qui fut évêque de Maurienne, a fait rechercher dans les registres du clergé les populations de l'ancien diocèse de Maurienne vers 1650. Il a réussi dans ses recherches, et a donné les chiffres des habitants de 77 communes (1).

La commune la plus élevée de ce groupe est à 1,835 mètres d'altitude; la plus basse est à 300 mètres. Elles donnent ainsi seize zones de 100 mètres, semblables à celles que nous avons examinées.

La population totale des 77 communes était de 60,001 habitants, en 1650; de 50,208 seulement en 1800; et de 61,041 en 1876. Ce dernier chiffre est à peine supérieur à celui de 1650; il lui serait inférieur si la gare internationale, au lieu d'être à Modane, était à Bardonnèche, de l'autre côté des Alpes.

La figure 54, construite d'après les mêmes principes que la précédente, montre la population des 77 communes divisée en 16 zones. La surface ombrée représente la population de 1800. Les rectangles de la population de 1650 s'étendent jusqu'à la ligne à petits traits. Ils sont tous, excepté deux, plus grands que les rectangles de 1800.

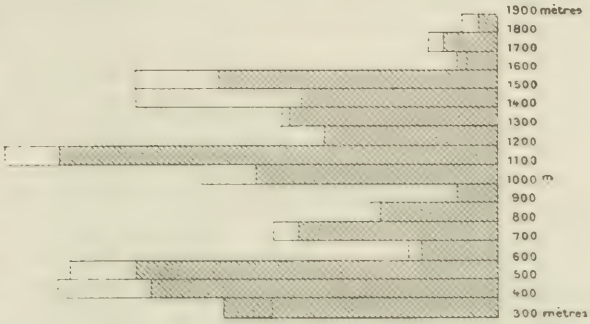


Fig. 54. — Variations de la population suivant l'altitude. Ancien diocèse de Maurienne, 1650 et 1800.

Il faut remarquer que bon nombre de communes ont changé leurs limites entre l'an 1650 et l'an 1800. Quand les communes à territoire diminué et les communes à territoire agrandi aux dépens des précédentes, se trouvent dans une même zone, le total de la population de la zone n'est pas altéré. Il en est autrement quand une commune s'est augmentée aux dépens d'une commune située dans une zone différente. J'ai retrouvé un certain nombre de ces changements; il est presque impossible de les découvrir tous.

La zone comprise entre 1,600 et 1,700 mètres n'a qu'une seule commune : Albane. A cette commune on attribue 462 habitants en 1650, 652 en 1800, et 446 en 1876. De 1800 à 1876 la population d'Albane a passé par les chiffres suivants : 652, 608, 488, 537, 546, 387, 508 en (1861), 452, 451 et 446. Cette variation est normale. L'augmentation de près d'un tiers entre 1650 et 1800 est anormale.

Or, près d'Albane est la commune de Valloire, située à 1,450 mètres d'al-

(1) *Mémoires de la Société royale académique de Savoie*, t. XII, 1re série, Chambéry, 1846, p. 330. *Mouvement de la population en Maurienne*, par Mgr Billiet.

titude, laquelle, entre les années 1650 et 1800 aurait diminué d'une manière extraordinaire : du chiffre de 4,068 habitants, elle serait tombée au chiffre de 2,075; la perte serait de près de la moitié. Il est naturel de penser que, de 1650 à 1800, une partie des nombreux hameaux semés entre Valloire et Albane ont dû être distraits de la première commune et attribués à la seconde.

Dans la zone la plus basse, le rectangle de 1800 déborde celui de 1650. Ceci ne me paraît pas constituer une exception, car les rectangles de 1650 excèdent de moins en moins ceux de 1800 à mesure qu'on se rapproche des zones inférieures. Je rendrai ce fait plus évident tout à l'heure à l'aide des points de mi-population. Peut-être bien encore, quelque commune de la zone la plus basse a-t-elle agrandi son territoire aux dépens de quelque commune de la zone voisine.

La figure 55 fait la comparaison de la population de 1650 avec la population de 1876. Celle-ci est représentée par les rectangles ombrés. Dans toutes les zones inférieures à 900 mètres, les rectangles de 1876 dépassent ceux de 1650. L'excédent diminue avec régularité. Au-dessus de 900 mètres, c'est l'inverse. Entre 1,000 et 1,100 mètres est l'exception due aux communes voisines du grand tunnel des Alpes. Entre 1,300 et 1,400 mètres est une autre exception, légère, mais précieuse en ce qu'elle nous met sur la voie d'une distinction à établir entre les communes de même altitude, d'après leur orientation.

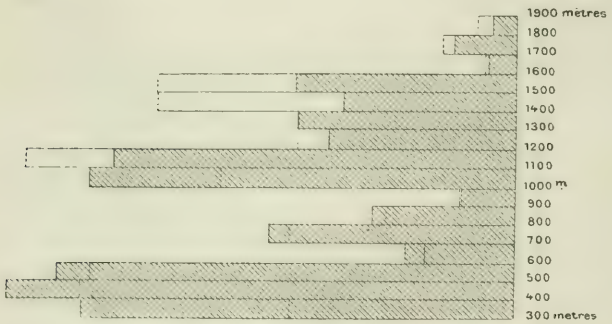


Fig. 55. — Variations de la population suivant l'altitude, ancien diocèse de Maurienne, 1650 et 1876.

Dans cette zone sont trois communes bien exposées au midi : Sollières-Sardières, le Thyl et Mont-Denis. La population des deux premières, loin de diminuer, s'est accrue. La population de la troisième avait baissé de plus de moitié à la suite d'un éboulement qui l'avait ruinée, elle s'est presque rétablie entre 1800 et l'époque actuelle. Nous examinerons plus loin la valeur de l'orientation.

IV. — La population totale du département était, disais-je, de 268,361 habitants, en l'année 1876. Je puis, par un calcul assez simple, trouver l'altitude qui partage cette population en deux parties égales. Ce point est sensiblement à 488 mètres. Si, à travers la figure 53, je traçais un trait horizontal passant à cette altitude, je diviserais en deux surfaces égales la surface totale qui représente la population de 1876. Je puis trouver de la même manière le point de mi-population qui se rapporte à chaque dénombrement. Réunissant

ces points par une ligne, j'obtiens la ligne de mi-population de la figure ci-dessous (fig. 56).

Durant la première moitié du siècle, cette ligne s'abaisse constamment. En 1800 le point de mi-population est à 554 mètres, il est à 529 mètres en 1828, à 518 mètres en 1838, à 511 mètres en 1848. Puis la ligne dessine un crochet. Nous savons pourquoi : le dénombrement de 1858 a été fait pendant l'hiver, un certain nombre d'habitants de hautes zones avaient émigré dans les zones basses, ou émigré hors de Savoie ; — d'où un abaissement du centre de gravité de la population. Le dénombrement de 1861 a été fait dans le courant de mai, et les hautes zones ayant retrouvé leur population ordinaire, le centre de gravité s'élève. Si, par la pensée, on supprime le crochet, la ligne de mi-population devient une ligne presque droite. La ligne a quelque tendance à se relever dans ces dernières années, à cause de l'augmentation de la population des communes voisines du grand tunnel des Alpes.

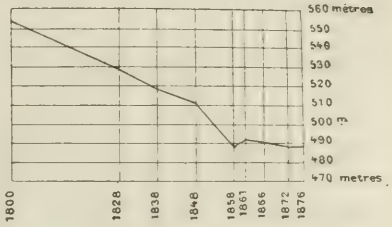


Fig. 56. — Abaissement du point de mi-population de 1800 à 1876. Département de la Savoie.

La ligne de mi-population a cet avantage que les causes qui tendent, également dans toutes les zones, à augmenter ou diminuer le nombre des habitants, n'influencent aucunement son allure. La population totale du département s'était accrue d'un tiers entre 1800 et 1848, et avait réduit son augmentation à un cinquième de 1848 à 1876 ; — la direction de la ligne n'en a pas été troublée.

La ligne de mi-population donnée par la figure 57 se rapporte à la partie du département qui forme la portion supérieure du bassin de l'Isère. Elle comprend les deux arrondissements de Moûtiers et d'Albertville, plus les cantons de Saint-Pierre-d'Albigny, de Montmélian et de La Rochette, qui appartiennent à l'arrondissement de Chambéry ; en tout, un peu plus du tiers des habitants du département. Cette population est presque purement agricole, et jusqu'ici, elle n'a guère été troublée que par les travaux relativement récents du diguement de l'Isère et du Gelon. Elle a été dénombrée tout entière en 1814. Aussi, j'ai pu marquer le point de mi-population pour 1814. Ce point manque à la figure précédente. La ligne s'est moins rapidement abaissée entre 1800 et 1814 que durant les époques suivantes.

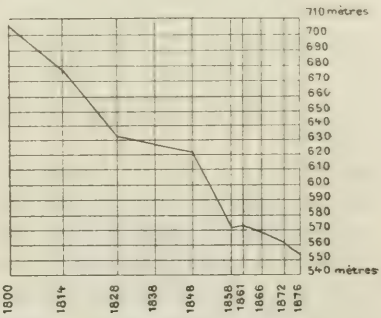


Fig. 57. — Abaissement du point de mi-population de 1800 à 1876. Partie supérieure du bassin de l'Isère.

Entre 1800 et 1876 nous trouvons un abaissement total de 162m,5. L'abaissement total n'est que de 65m,5 dans la figure qui se rapporte au département entier. Cette différence est due principalement à l'inégale importance de la

population des zones que traverse le point de mi-population à mesure qu'il s'abaisse.

On voit comment ont varié les populations des diverses zones de cette partie du département, à l'aide de la figure 58 construite à l'aide de la même méthode que la figure 52.

Dans le groupe des 77 communes de Mgr Billiet (figure 59), le point de mi-population se trouvait à l'altitude de 1,081 mètres en 1650, il est encore à 1,040m,75 en 1800, et tombe à 860m,6 en 1876.

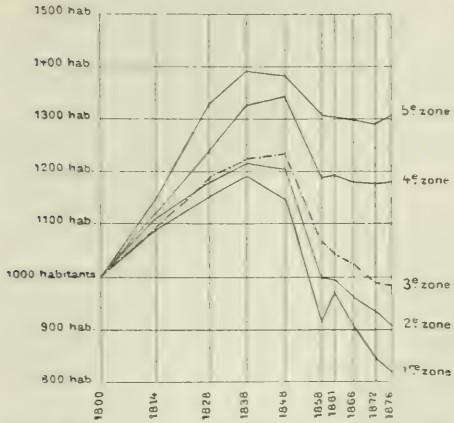


Fig. 58. — Variations de la population suivant l'altitude. Partie supérieure du bassin de l'Isère.

Faisons ici deux remarques :

La première est que la Savoie de 1650 ne pouvait pas être beaucoup moins peuplée que la Savoie d'aujourd'hui.

La seconde est que la cause, quelle qu'elle soit, qui dépeuple si évidemment les hautes zones, avait moins d'énergie entre 1650 et 1800, et davantage entre 1800 et 1876.

V. — Le cadastre de la Savoie fut dressé à diverses époques. Les incendies des archives de Chambéry ne nous ont laissé que le cadastre de 1728, un des plus beaux travaux qui aient été exécutés dans ce genre. Des ordonnances de 1603 mentionnent un « vieux cadastre». Un décret de 1566, du conseil d'État de Chambéry, décide *la description et évaluation des biens et terres des pays deçà les monts* (1). « Deçà les monts » signifie en Savoie, par opposition à Turin. Le *vieux cadastre* indiqué par les ordonnances de 1703 date peut-être des environs de 1570. Mais, il n'est pas certain que le décret de 1566 ait été suivi d'exécution ; probablement le *vieux cadastre* est d'origine plus ancienne.

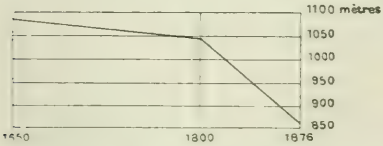


Fig. 59. — Abaissement du point de mi-population de 1650 à 1876. Ancien diocèse de Maurienne.

Les opérations cadastrales font connaître la valeur productive du sol, et servent aux gouvernements à répartir les impôts en raison des productions des terrains. Les opérations du cadastre de 1728 avaient montré que la production, dans les diverses provinces de Savoie, n'était plus en rapport avec les charges qu'elles étaient appelées à supporter. En 1731 (2) on proposa une répartition nouvelle, amenant sensiblement au même total d'impôts pour le pays entier.

(1) Saint-Genix, *Histoire de Savoie*, 3e volume, page 19.
(2) Duboin, *Raccolta delle Leggi*, t. XX, p. 478. Bibliothèque de Chambéry.

Le pays comprenait alors six provinces, dont les trois plus basses étaient certainement : le Chablais, le Genevois et la Savoie-Propre ; — dont les trois plus hautes étaient certainement aussi : le Faucigny, la Maurienne et la Tarentaise.

Je ne suis pas convaincu que l'ordre suivant lequel j'ai rangé les trois premières provinces soit vraiment leur ordre d'altitude, — parce qu'il m'est difficile de connaître la hauteur moyenne des terres cultivées et des autres terres utiles, — parce que je ne vois pas dans quelles provinces rentreraient ici les balliages de Ternier et de Gaillard, — parce que aussi, la différence d'altitude des trois régions, surtout des deux premières, devait être petite. La Savoie-Propre s'étendait alors jusqu'à Beaufort, elle doit très probablement être classée la troisième. J'ai moins de doute en ce qui concerne les trois provinces les plus hautes ; je crois que leur ordre suivant l'altitude est bien celui dans lequel je les ai nommées.

Or, d'après le document de 1731, les impôts des trois provinces basses devaient être accrus ; ceux des trois provinces hautes, diminués. Supposons qu'avant la péréquation une province quelconque payât 100, — après la péréquation, elle devait payer :

Le Chablais	145,15
Le Genevois	133,115
La Savoie-Propre	111,91
Le Faucigny	77,991
La Maurienne	74,98
La Tarentaise	57,236

Ceci démontre qu'antérieurement à 1730, la production du sol suivait cette même marche que nous avons constatée pour la population entre 1650 et l'époque actuelle : qu'elle décroissait dans les zones élevées et s'accroissait dans les zones basses.

Le *vieux cadastre* doit être fort ancien, puisque la production de la Tarentaise avait diminué de près de moitié.

VI. — J'ai rendu évidente l'influence de l'altitude sur l'accroissement de la population. Par des moyens analogues, je puis rendre non moins évidente l'influence de l'orientation, en ce qui concerne le département de la Savoie.

Au-dessus de 700 mètres d'altitude, sont 123 communes. J'en excepte six, parce qu'elles ont, pour des causes exceptionnelles, éprouvé un accroissement anormal de leur population ; ce sont : Modane, les Fourneaux, Freney, Bessans, Mont-Denis et Macot ; les trois premières sont à l'entrée du grand tunnel des Alpes ; je me suis expliqué précédemment sur la quatrième et la cinquième ; la dernière possède des mines de plomb argentifère qui, tantôt abandonnées, tantôt reprises, ont singulièrement modifié le total de ses habitants. Restent 117 communes au-dessus de 700 mètres.

Pour chacune j'ai noté, aussi exactement que j'ai pu le faire en donnant mon attention aux cartes les meilleures, le sens de l'orientation de son territoire.

Quand le territoire d'une commune est tout entier sur un même versant de montagne, et que sa pente est bien accentuée, il n'est pas difficile de distinguer vers quel point de l'horizon il se tourne; et tel est généralement le cas des communes d'altitude supérieure à 700 mètres. La difficulté est grande si le territoire occupe plusieurs versants, surtout si la pente est presque nulle. Au-dessous de 700 mètres, les cas incertains deviennent nombreux.

J'ai partagé les 117 communes en huit groupes, nord, nord-est, est, etc., comme le montre le tableau qui suit; et j'ai pris les populations des recensements de 1800 et de 1876.

Le groupe des communes qui regardent le nord est visiblement moins favorisé que le groupe des communes qui regardent le sud; 1,000 habitants pris en 1800 tombent, en 1876, à 864 dans le premier groupe, et deviennent 1,089 dans le second. L'est vaut moins que l'ouest. L'orientation la plus défavorable est le nord-est, ou plutôt, paraît être comprise entre le nord-est et le nord, proche du nord-est. L'orientation la meilleure est entre le sud et le sud-ouest à peu de distance du sud.

	Nombre des communes.	Population totale en 1800.	Population totale en 1876.	Nombres proportionnels 1800.	Nombres proportionnels 1876.
Nord	15	11.752	10.155	1.000	864
Nord-est	11	10.734	9.157	1.000	853
Est	9	5.387	5.126	1.000	952
Sud-est	8	7.049	7.228	1.000	1.025
Sud	18	10.501	11.431	1.000	1.089
Sud-ouest	29	21.251	22.123	1.000	1.041
Ouest	9	7.223	7.183	1.000	994
Nord-ouest	18	14.319	13.227	1.000	924
TOTAUX	117	88.216	85.630	1.000	971

Je résume les deux dernières colonnes de ce tableau à l'aide de la figure 60. Une surface circulaire est superposée à un cercle. Les rayons du cercle représentent les populations des communes supérieures à 700 mètres, en 1800, aux diverses orientations; ces rayons sont égaux, puisque pour chacune des orientations nous prenons 1,000 habitants. Les longueurs variées des rayons de la forme circulaire superposée montrent ce que sont devenus, en 1876, les 1,000 habitants dans chacun des groupes.

La représentation graphique a l'avantage de montrer combien, sur le tour du compas, augmentent et diminuent régulièrement les valeurs des orientations diverses.

Entre les altitudes de 700 et de 500 mètres, sont comprises 61 communes. Je n'en ai distrait aucune. Ici, les groupes sont petits, et l'indécision fréquente. J'ai calculé l'accroissement de la population par une méthode un peu différente : à chacun des groupes j'ai réuni les deux groupes les plus voisins, celui de droite et celui de gauche. Ainsi, aux communes du groupe nord, j'ai joint les communes des groupes nord-est et nord-ouest; l'accroissement total est celui du groupe nord. De même, pour obtenir le chiffre du

point nord-ouest, j'ai uni aux communes du groupe nord-ouest les communes des groupes nord et ouest. Et ainsi de suite. Cette méthode ne peut pas amener des erreurs bien grosses. Imaginons qu'elle soit appliquée aux chiffres du tableau de la figure 60 : cette figure, construite à l'aide des nouveaux résultats, ne sera pas altérée d'une manière marquée. Par contre, ce procédé atténue très notablement la valeur des erreurs que j'ai pu commettre en classant dans un groupe quelconque des communes qui, en réalité, appartiendraient à l'un des deux groupes voisins.

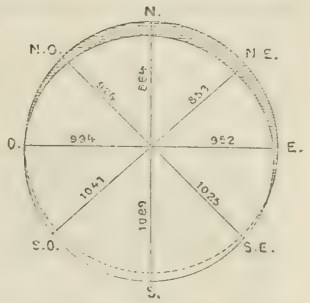


Fig. 60. — Variations de la population suivant l'orientation. Communes de la Savoie, hautes de plus de 700 mètres.

La figure 61 représente les accroissements de la population, aux diverses orientations pour la zone comprise entre 700 et 500 mètres.

A cette altitude, la population s'est accrue à toutes les orientations. Le sud et l'ouest sont encore plus favorisés que le nord et l'est. Mais les différences deviennent petites. La seule dépression bien marquée se trouve au point nord.

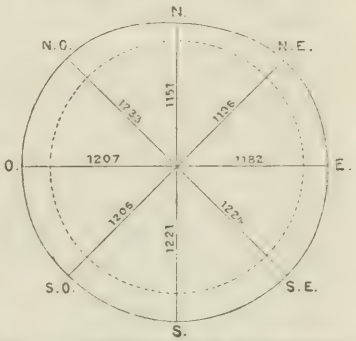


Fig. 61. — Variations de la populations suivant l'orientation. Communes comprises entre 500 et 700 mètres.

Des 117 communes situées plus haut que 700 mètres, 66 ont une altitude comprise entre 1,100 et 700 mètres, et 51 ont une altitude qui dépasse 1,100 mètres. Les figures 62 et 63 montrent l'influence des diverses orientations dans ces deux zones. Les longueurs des rayons ont été calculées à l'aide de la méthode appliquée à la zone comprise entre 700 et 500 mètres. Il s'agit, dans tous les cas, de l'espace de temps écoulé entre les recensements de 1800 et de 1876.

Entre ces deux courbes, la courbe de la figure 60 s'inscrirait comme intermédiaire.

Aux plus hautes altitudes, l'influence de l'est est plus fâcheuse que celle du nord; mais, à mesure qu'on descend les pentes, les versants tournés à l'est s'améliorent avec plus de rapidité que les versants tournés au nord. Plus on descend et moins l'orientation paraît importante. Au-dessous de 500 mètres l'accroissement de la population tend à devenir égal à tous les versants. Probablement, les vents se réfléchissent sur les parois des vallées, et, dans leurs remous, atteignent presque également les communes diversement orientées. La chaleur, aussi, quoique inégalement répartie, est suffisante au plus grand nombre des cultures, et permet aux

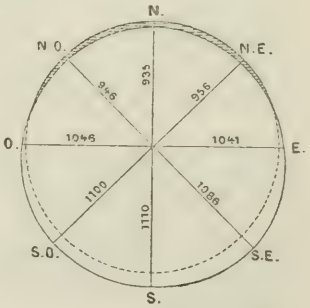


Fig. 62. — Variations de la population suivant l'orientation. Communes comprises entre 700 et 1,100 mètres.

terrains défavorablement situés des progrès agricoles presque aussi grands qu'aux autres terrains de même altitude, d'où un accroissement de population à différences peu marquées.

VII. — Ces éléments vont nous permettre de chercher la cause qui fait varier les populations des diverses altitudes et des diverses orientations.

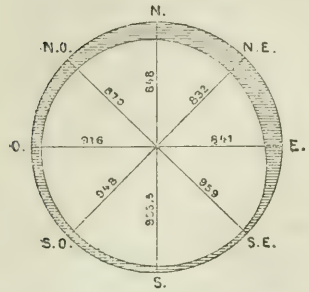


Fig. 63. — Variations de la population suivant l'orientation. Communes situées au-dessus de 1,100 mètres.

Il est en économie sociale une loi très importante, qu'on nomme la loi de production agricole. On peut l'énoncer ainsi :

Soit une surface déterminée de terrain cultivable, si l'on veut augmenter indéfiniment la quantité de travail appliquée à ce terrain; passé une certaine limite, le travail deviendra de moins en moins rémunéré.

Un exemple me fera bien comprendre : Supposons une terre qui, sous les efforts de dix travailleurs, donne une somme de produits suffisante à les faire vivre dans l'aisance, eux et leurs familles. Que l'on y mette vingt ouvriers, un travail double ne sera pas récompensé par un produit double. Les vingt ouvriers, pour assurer leur existence, seront obligés de fournir chacun un travail plus grand que celui des dix premiers ouvriers, ou de restreindre leur consommation. En pratique, ces deux termes s'accompagneront : le travail sera augmenté et la consommation restreinte. Au lieu de vingt ouvriers, qu'il en vienne quarante : un travail quadruple sera loin de donner un produit quadruple. A ce moment, peut-être avant, peut-être après, le type de bien-être sera réduit au minimum, chaque membre de l'association devra donner toute la somme de travail dont il est capable, et ces gens, mal nourris, feront une population chétive, sujette aux maladies, ignorante, et dont la vie moyenne sera courte. Au de là du point où le type de bien-être est réduit au minimum pour tous les habitants, la population ne peut plus s'accroître.

On a une preuve en faveur de la loi de production agricole dans ce fait que la fécondité est bien plus faible en Europe que parmi les mêmes Européens dans les pays où ils émigrent. Dans certaines parties des États-Unis, la population double tous les vingt-cinq ans, distraction faite des nouveaux immigrants. Dans les pays neufs, le territoire est pour ainsi dire illimité.

Beaucoup de personnes imaginent que l'accroissement de la population, dans un pays quelconque, n'est limité et mesuré que par le degré de fécondité des habitants. C'est une erreur capitale. Quand un pays a été dépeuplé par la peste ou la guerre, on a vu toujours, en un très petit

nombre d'années, sa population regagner le chiffre normal. Il n'y a jamais eu défaut de fécondité.

Alors qu'il s'agit d'un pays depuis longtemps habité, l'accroissement de la population est subordonné à la quantité des subsistances. Celle-ci demeurant fixe, la population peut être plus ou moins nombreuse : — plus nombreuse avec un type de bien-être inférieur, — moins nombreuse avec un type de bien-être élevé. Le type de bien-être consiste essentiellement dans la quantité des subsistances dévolue en moyenne à chaque individu ; — c'est le taux de la consommation individuelle.

La quantité des subsistances et le chiffre de la population demeurant fixes, — le type de bien-être peut s'élever pour le plus grand nombre, si on arrive à supprimer des inégalités sociales, si on fait une meilleure répartition de la richesse produite. De même, par la diminution du nombre des privilégiés, la population peut augmenter, supposant fixes la quantité des subsistances et le type de bien-être.

Que, dans un pays tel que la Savoie, on apporte des améliorations au travail agricole ; — les inventions, les perfectionnements font qu'une même somme de travail donne une quantité de produits plus grande, ou, ce qui revient au même, de valeur supérieure ; — alors, la population pourra augmenter, ou le type de bien-être s'élever. Tous deux même pourront progresser simultanément. Mais ils se limitent l'un l'autre. L'aisance augmentera d'autant plus que la population s'accroîtra moins, et réciproquement. Et l'on peut toujours concevoir un accroissement de la population assez considérable pour que le type de bien-être soit constamment maintenu au minimum, malgré les progrès de la science et de l'industrie, et malgré l'abolition des inégalités sociales.

En Savoie, pays de travailleurs, les inégalités sociales sont moins marquées peut-être que dans la moyenne des départements français. Le nombre des privilégiés et des rentiers ne paraît pas avoir augmenté ni diminué depuis longtemps ; il est petit ; et, en tout cas, cette cause ne pèse pas avec une inégalité marquée sur les ressources des diverses altitudes du pays ; — elle est de celles qui n'influencent pas la ligne de mi-population. Nous pouvons la négliger.

Si la population diminue depuis plusieurs siècles dans les hautes localités de la Savoie, serait-ce donc que le type de bien-être s'y élèverait plus que dans les zones basses ? — L'inverse est la vérité.

Durant les siècles passés, et jusqu'au commencement de ce siècle, la partie du pays la plus riche, la plus instruite, la plus exempte d'infirmités, était celle du haut des vallées ; elle contrastait vivement avec la partie basse, et ce contraste paraît avoir frappé tous les écrivains qui ont vu la Savoie. Aujourd'hui, les hauts cantons sont dépassés par bon nombre de cantons d'altitude inférieure ; à ceux-ci appartiennent géné-

ralement les moindres proportions de conscrits illettrés, ou infirmes, ou de taille insuffisante. Le type de bien-être, cet antagoniste de l'accroissement de population, s'est plus élevé dans les localités inférieures que dans les localités supérieures.

Il faut conclure que, tandis que la quantité des subsistances augmente dans le plus grand nombre des zones, et principalement dans les plus basses, elle diminue dans les zones élevées ; elle diminue surtout dans les localités tournées au nord et à l'est ; — elle y diminue parce que le sol est devenu moins productif, — elle y diminue parce que le climat s'est détérioré.

VIII. — Avant de dire en quoi consiste cette détérioration climatérique, je dois ajouter aux faits qui précèdent quelques observations prises en Savoie, et signaler les observations de divers auteurs les plus propres à éclairer la question.

Les indications du thermomètre ne suffisent pas, à elles seules, pour résoudre le problème, — parce qu'on n'observe à l'aide de cet instrument que depuis moins d'un siècle et demi ; — parce que, jusqu'à ces derniers temps, les observations ont été rares et peu précises ; — parce que différents thermomètres sont difficilement d'accord ; — parce que, par une contraction lente du verre, le zéro des thermomètres remonte, et qu'ainsi les indications d'un même thermomètre sont mal comparables entre elles ; — parce que, enfin, la température moyenne d'une année s'écarte, souvent beaucoup, en plus ou en moins, de la température moyenne de l'année suivante, que des groupes d'un certain nombre d'années montrent entre eux de semblables différences, que la loi de ces oscillations inégales n'a pas été découverte, et qu'elles nous paraissent irrégulières.

Voici cependant ce qu'indiqueraient les observations thermométriques :

D'après M. Glaisher, la température moyenne de Londres s'est accrue d'un peu plus d'un degré centigrade depuis un siècle environ ; les hivers, notamment, sont devenus plus doux ; le climat est plus uniforme.

La température moyenne de Paris s'est élevée et abaissée à diverses reprises ; — elle est sensiblement aujourd'hui la même qu'au milieu du dernier siècle, sans qu'on puisse dire si l'hiver et l'été se sont au total améliorés ou détériorés.

En divers lieux d'Allemagne, l'hiver est un peu plus froid qu'il y a cent ans.

Une autre circonstance indiquerait que le climat du centre de l'Europe tend à devenir extrême : — dans les plaines de la Hongrie, les plantes des steppes progressent constamment vers l'ouest, et aucune plante occidentale ne gagne dans le sens contraire.

Les glaciers des Alpes n'ont donné aucune indication nette. Actuellement, plusieurs reculent, ceux de Chamonix, par exemple ; d'autres progressent. L'orientation est probablement pour quelque chose dans la variation de la longueur des glaciers. Les recherches sur ce point sont plus difficiles qu'elles ne paraissent au premier abord. Je suis porté à croire qu'en général ceux qui regardent le nord et l'est sont en voie de diminution, et que le contraire arrive à ceux qui regardent le sud et l'ouest. Je n'ose pas me prononcer. La difficulté tient à ce que, comme la température moyenne de Paris, le plus grand nombre des glaciers offrent des oscillations répétées et de sens inverses ; en outre, la question se complique de la capacité des bassins supérieurs où les névés s'amassent : un glacier qui a des réserves continue à grandir pendant que d'autres, également orientés, rétrogradent.

En Savoie, la limite supérieure de la vigne varie communément de 400 à 600 mètres. Dans quelques lieux exposés au midi et protégés contre tous les vents du nord, elle mûrit à plus de 600 mètres. A Bellentre, en Tarentaise, elle atteint 800 mètres. A Orelle, en Maurienne, on la cultive à plus de 900 mètres. Partout, la limite supérieure de la vigne semble s'abaisser.

En 1630, à la suite d'un débordement du torrent de l'Arbonne, la ville de Bourg-Saint-Maurice fut en partie renversée, et, de même que les terrains qui l'entourent, elle demeura couverte d'une épaisse couche de graviers et de sables. Les habitants demandèrent un allègement des charges de l'impôt. Un commissaire, le sieur André de Lambert, fut envoyé de Chambéry à l'effet de constater les dégâts. Son rapport a été reproduit par Mgr Billiet dans son travail relatif aux inondations en Savoie (1). Ce rapport mentionne une dame Marie Puret, à qui il reste « deux fossoriées de vignes », il mentionne deux belles maisons avec « un treuil pour le vin », situées derrière l'église, le tout « ruiné, sablé et couvert de pierres ». La vigne était donc cultivée à Bourg-Saint-Maurice en 1630. Bourg-Saint-Maurice est à l'altitude de 842 mètres. Aujourd'hui, pour retrouver la vigne, il faut descendre la vallée de l'Isère jusqu'à Bellentre.

Des actes de vente montrent qu'au commencement de ce siècle il y avait des vignes au Garapond, commune d'Étables, sous le château de l'Hullie, à une altitude d'environ 800 mètres. La vigne n'y réussit plus aujourd'hui ; des essais récents pour l'y replanter sont demeurés infructueux. Je tiens ce fait de M. Milan, conseiller général du canton de la Rochette.

(1) *Mémoires de l'Académie royale de Savoie*, 2e série, t. III ; Chambéry, 1859, p 143 et suivantes.

D'après une enquête agricole faite en 1828 (1), le canton du Chatelard produisait annuellement 1,307 hectolitres de vin. Sainte-Reine en donnait 826 ; Jarsy, 200; La Compote, 150 ; École, 120 ; et Doucy, la plus haute commune des Bauges, située à 972 mètres d'altitude, mais bien exposée au midi, en donnait 11. Aujourd'hui, malgré qu'on boive certainement plus de vin dans les Bauges qu'on n'en buvait en 1828, malgré que les voies de communication soient sensiblement les mêmes qu'à cette époque, la vigne a presque complètement disparu du canton ; et il est douteux qu'on y récolte même un seul hectolitre de vin.

On a souvent parlé du recul de la limite septentrionale de la vigne en France. Il est certain que la vigne était cultivée, il y a deux ou trois siècles, dans tout le nord de la France, dans la Flandre, et, en Angleterre, jusqu'aux environs de Bristol et de Londres ; à Londres, la rue nommée *Vine Street* aurait été construite sur un terrain qui produisait un vin renommé. De nos jours, la limite septentrionale de la vigne est une ligne qui, partant de l'embouchure de la Loire, passe à peine un peu au nord de Paris, et, demeurant parallèle à la côte de la Manche, se continue jusqu'à Mézières. L'obliquité de cette ligne est instructive : à l'embouchure de la Loire, le climat est plus uniforme et la température moyenne annuelle est plus élevée qu'à Mézières ; ainsi, ce qui manque à la vigne dans le nord de la France, c'est la chaleur estivale, et la vigne commencerait à reconquérir les territoires perdus, si le climat du nord de la France était en voie de devenir extrême.

Le recul de la limite septentrionale de la vigne semblait probant, et paraissait montrer que la chaleur de l'été avait décrû. M. Alphonse de Candolle et d'autres auteurs ont objecté l'ancienne difficulté des transports et des échanges, laquelle favorisait des cultures, assurément précaires, encore rémunératrices.

L'objection a peu de force en ce qui concerne les trois faits donnés pour la Savoie, surtout le second.

Il est certain aussi que, dans le midi de la France, l'olivier et l'oranger reculent vers le sud, que la canne à sucre, anciennement acclimatée en Provence, en a disparu. Ceci montrerait une aggravation du froid de l'hiver, au moins aussi bien qu'une diminution dans la chaleur de l'été.

Déjà nous sommes amenés à penser que les différents climats de l'Europe occidentale n'ont pas exactement varié dans le même sens. Continuons.

Presque partout, dans les Alpes, la limite supérieure des forêts s'abaisse. Presque partout, à cette altitude, on voit un large espace où

(1) Archives départementales de la Savoie, 27e catégorie, A, n° 185.

les arbres sont morts — tombés ou debout, — parfois disparus en poussière, mais signalés par des racines mieux conservées ; — plus bas, parmi les morts, quelques vieux arbres sont verts : aucun jeune ne grandit pour combler les vides. M. Kerner évalue à cent mètres en hauteur verticale la quantité dont la limite des forêts s'est abaissée durant les deux ou trois derniers siècles. Suivant l'idée de M. Demontzey, les forêts auraient au total reculé d'une quantité beaucoup plus grande. Il disait récemment, au Congrès de la Sorbonne, qu'au-dessus des forêts les pâturages n'existeraient pas si les forêts n'avaient vécu sur le sol où croît actuellement le gazon.

Il n'est pas rare qu'on trouve, au-dessus de la limite forestière actuelle, des tourbières où sont enfouis de grands arbres dont l'espèce est encore reconnaissable. Ils sont généralement de l'essence de ceux qui vivent plus bas. Les habitants de plusieurs localités élevées les utilisent pour le chauffage. M. P. Tochon m'a cité comme exemple la commune de Saint-Bon, en Tarentaise.

A ceux qui pensent que l'abaissement des forêts prouve une diminution de la température, on répond ceci : — La dent des animaux que l'homme mène aux pâturages est une cause suffisante de la diminution des forêts ; les jeunes arbres sont mangés, les vieux s'isolent, et la forêt, ne se protégeant plus par son épaisseur, redescend les pentes.

L'objection est réfutable. Il m'a paru qu'en divers lieux escarpés, où l'homme ni les animaux ne peuvent atteindre, les mêmes phénomènes qui signalent le recul de la forêt étaient encore visibles. Il m'a paru aussi, mais mes observations personnelles sont en petit nombre, que l'abaissement des forêts était plus considérable sur les versants des montagnes tournées à l'est et au nord que sur les versants qui regardent les autres points de l'horizon.

Au-dessus des champs cultivés et des forêts sont les principaux pâturages naturels de la Savoie. En 1829, Mgr Billiet évaluait la population qui vit dans ce qu'il nomme la région alpine du diocèse de Maurienne à un peu plus du tiers des habitants du diocèse. Les propriétaires des pâturages les plus élevés disent généralement que la saison de l'inalpage est devenue plus courte. Parfois même il leur arrive ce qui est arrivé cette année : ils montent aux chalets avec le bétail, croyant la saison commencée, et la neige tombe sur les prés. Il faut ramener aux vallées le bétail qui mourrait de faim. Mais les provisions de fourrages faites pour l'hiver sont épuisées. Alors il faut vendre les animaux aux bouchers, les vendre à bas prix, et c'est la ruine.

IX. — J'imagine que ceux qui m'ont suivi dans cette étude sont dès

à présent persuadés qu'en Savoie l'hiver empiète sur l'été, que la saison froide est devenue plus longue et plus dure, que la saison chaude s'est abrégée et a perdu de sa chaleur ; qu'en somme, la température moyenne a baissé. Cependant, beaucoup de personnes, même des savants, repoussent l'idée de l'abaissement de la température moyenne, et prétendent expliquer la détérioration de notre climat par le déboisement de nos montagnes.

La seule variation du climat, soit dans le sens d'un climat extrême, soit dans le sens d'un climat uniforme, si elle n'est pas accompagnée d'un abaissement notable de la température moyenne, me paraît complètement insuffisante pour expliquer la dépopulation des hauts territoires de la Savoie.

Le déboisement de nos montagnes date du premier Empire ; il a pris fin il y a une vingtaine d'années environ ; aujourd'hui la superficie forestière est un peu plus vaste qu'elle ne l'était au XVIIIe siècle. Or, le mouvement de dépopulation des hautes zones a débuté antérieurement au XVIIIe siècle, et il a continué malgré le reboisement des pentes.

Les forêts entretiennent constamment une certaine somme d'humidité dans l'atmosphère. Le déboisement, s'il avait eu une action marquée, aurait rendu l'été plus chaud, l'hiver plus froid, et aurait quelque peu élevé la température moyenne.

Assurément, l'élévation de la température moyenne ne peut pas produire les effets que nous avons constatés. Si la Savoie souffrait par excès de chaleur, ce seraient les lieux les plus chauds, c'est-à-dire les plus bas, qui se dépeupleraient, et non les localités de grande altitude. Mais j'ai dit que le déboisement n'augmenterait la chaleur totale annuelle que dans une faible mesure. Négligeons ce terme.

Si le climat tendait à devenir extrême, cette action s'accorderait-elle avec les faits constatés ?

Le climat de l'Europe occidentale est l'un des plus uniformes qu'on trouve actuellement à pareille latitude. Quelque uniformité qu'on veuille attribuer aux climats qui régnaient dans nos pays il y a quelques siècles, la variation dans le sens d'un climat extrême ne peut avoir été que petite.

En outre, le climat des hauteurs des Alpes a plus d'uniformité que celui des vallées et des plaines. D'après Helmholz, sur les flancs des montagnes de Suisse, la température baisse d'un degré par 160 mètres d'altitude en été, — et par 240 mètres en hiver. Admettons pour Chambéry, dont l'altitude est de 260 mètres, un température moyenne estivale de 19 degrés et une température moyenne hivernale de + 4 degrés ; — l'écart est de 15 degrés. D'après la règle de Helmholz, une localité située à 1,220 mètres, c'est-à-dire à 960 mètres plus haut que

Chambéry, aura une température moyenne de 13 degrés en été et de 0 degré en hiver; l'écart n'est plus que de 13 degrés.

L'augmentation séculaire de la différence entre la température d'hiver et la température d'été ne pouvait être supposée que petite pour les plaines : elle devra être supposée moindre encore pour les lieux élevés.

Mais l'augmentation de cette différence n'est pas de nature à causer la dépopulation des hautes zones. Aux plus hauts terrains cultivés, l'aggravation de l'hiver importe peu; ce qui manque, c'est la chaleur estivale. On ne peut y semer que tous les deux ans; l'orge et le seigle demandent quatorze ou quinze mois pour parvenir à une quasi-maturité. Souvent au printemps, on voit les montagnards répandre de la terre sur la neige pour hâter sa fonte. Si le climat devenait réellement extrême, progressivement les champs labourés graviraient les pentes et regagneraient les altitudes perdues. Les climats extrêmes, avec leur passage rapide du froid à la chaleur, laissent peu de place aux gelées printanières. En somme, dans les plaines de la Turquie et du sud de la Russie, les récoltes sont au moins aussi abondantes que dans les pays à climat uniforme; et si l'on considère les Etats-Unis, le Japon et la Chine, on jugera que ces pays, à climats extrêmes, ne sont pas des plus mal partagés au point de vue de la production du sol.

Le déboisement aurait donc, pendant un certain nombre d'années, jusqu'à ce que le ravinement des terres compensât ses avantages, favorisé l'extension des hautes cultures et augmenté la population dans les communes élevées.

Si, la température moyenne annuelle demeurant constante, le climat tendait à devenir uniforme, nous comprendrions bien le recul de la limite supérieure de la vigne et les autres phénomènes dus au défaut de la chaleur estivale; mais la dépopulation des hautes zones ne serait pas plus accentuée au nord et à l'est qu'aux autres orientations, elle y serait au contraire atténuée.

Ce qui rend le climat de l'Europe occidentale plus uniforme que celui de la généralité des pays également éloignés de l'équateur, c'est le grand courant d'eau tiède nommé gulf-stream, lequel longe nos côtes et réchauffe les vents qui soufflent de l'Atlantique. Je suppose que le gulf-stream nous approche davantage : l'air devient plus brumeux; sous un ciel fréquemment pluvieux, les étés sont moins chauds et les hivers moins froids. Là où la vapeur d'eau se condense, il y a apparition de chaleur latente. Le vent venu de l'océan échauffe l'air sec et froid venu d'ailleurs et la vapeur devient visible. De cette manière, la température tend à devenir égale à toutes les orientations. Sous les nuages et dans cet air humide, tous les versants ont presque la même lumière et la même température.

A ce changement, les pentes tournées au nord gagnent plus, ou perdent moins que les autres. Si, avant l'uniformisation du climat, la population décroissait ou croissait également à toutes les orientations, — depuis on doit voir un abaissement moindre, ou un accroissement plus rapide au nord qu'au sud. Or, le contraire est la réalité.

Je ne veux pas nier que le climat ait pu s'uniformiser dans une certaine mesure. Au dire des vieux cultivateurs, les pluies d'été seraient devenues plus fréquentes et seraient de plus longue durée qu'autrefois. Peut-être cette modification climatérique, si toutefois elle est vraie, n'est-elle propre qu'aux zones basses du pays; peut-être n'y faut-il voir qu'un effet du reboisement.

Il est facile de trouver des preuves de la diminution de la chaleur estivale, et difficile de trouver des indices d'une aggravation du froid de l'hiver. Que la température de l'hiver ait décrû moins que la température de l'été, cela n'est pas invraisemblable.

En somme, il faut admettre que la température moyenne annuelle de la Savoie est en voie de décroître: — que cette décroissance, lente pendant plusieurs siècles, jusque vers 1800, s'est accélérée depuis cette époque; — et que les hauts territoires tournés au nord et à l'est ont perdu plus de chaleur que ceux qui regardent les autres points de l'horizon.

X. — Il me reste à dire à quelle cause j'attribue les changements climatériques observés en Savoie et dans l'occident de l'Europe.

On sait qu'au nord de l'Europe un mouvement séculaire du sol fait depuis longtemps émerger les rivages. Le cap Nord montre ses terrasses successivement sorties des flots. Le Spitzberg et la Nouvelle-Zemble ont, jusqu'à la hauteur de 45 mètres, des plages récentes, puisqu'on y trouve les coquilles des espèces qui vivent sur le littoral adjacent. Toute la côte de l'océan Glacial, depuis la péninsule scandinave jusqu'à l'archipel de la Nouvelle-Sibérie, présente, parfois jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres dans l'intérieur des terres, ces mêmes coquilles et les débris des bois que la mer charrie.

La mer devient moins profonde. La Nouvelle-Zemble se dresse comme une digue entre la Russie et la masse des glaces polaires. Les détroits, déjà si resserrés, qui font communiquer la mer de Barentz avec la mer de Kara, tendent à se fermer.

Une branche du gulf-stream apportait aux côtes sibériennes les bois jetés au golfe du Mexique par les fleuves américains. Les passages s'obstruent : cette branche du gulf-stream ne dépasse plus guère le cap Nord ; ses flots se détournent; ceux qui réchauffaient l'océan Glacial retournent à l'Atlantique en longeant les îles anglaises.

Si ces faits sont vrais — et ils sont généralement tenus pour tels, — nous avons une explication facile des diverses variations climatériques observées dans l'Europe occidentale.

La température de Londres s'est élevée, et le climat du sud de l'Angleterre est devenu plus uniforme, parce que les eaux qui baignent les côtes anglaises sont devenues plus chaudes.

Les vents du nord soufflent plus froids sur l'Europe, et partout, excepté dans les lieux favorisés par la déviation du gulf-stream, la température a tendance à baisser; les climats prennent un caractère continental, les saisons s'accentuent.

Voilà pourquoi, en Allemagne, les hivers deviennent plus durs; pourquoi, en Hongrie, les plantes caractéristiques des climats extrêmes gagnent du terrain vers l'ouest; pourquoi, dans le midi de la France, l'oranger, le citronnier, l'olivier deviennent plus rares. Voilà pourquoi les hautes zones de la Savoie perdent leur fertilité et pourquoi le nombre de leurs habitants diminue.

Le nord-ouest de la France, placé entre une mer qui se réchauffe et un continent qui se refroidit, conserve une température moyenne sensiblement égale, et participe au climat plus uniforme de l'Angleterre.

Les vents du nord et du nord-est ont plus perdu de leur température que tous les autres vents du compas; par le fait de la rotation du globe, ces courants obliquent sur leur droite, leur direction s'incline, et ils soufflent sur la Savoie comme des vents plus proches de l'est. Aussi, les versants des hautes zones qui regardent au nord et à l'est se dépeuplent plus rapidement que les autres.

Du mont Blanc jusqu'au mont Cenis, la Savoie est bordée par une barrière continue de montagnes, où aucun col n'est inférieur à 2,200 mètres ; ce mur énorme abrite ses vallées contre les vents qui viennent de l'est. Nous avons vu que l'est est l'orientation la plus défavorable aux altitudes supérieures à 1,100 mètres ; il devient moins fâcheux que le nord entre 1,100 et 700 mètres; plus bas que 700 mètres, l'influence du vent d'est est presque nulle.

Le refroidissement des mers septentrionales n'a pas eu un progrès uniforme; il a dû s'accélérer à mesure que se fermaient les détroits. Supposons, en effet, que le fond de la mer se soulève d'un mouvement uniforme. Traçons le profil d'un détroit quelconque, lequel aura, si l'on veut, la forme d'une coupe très aplatie, — et traçons une série d'horizontales équidistantes, lesquelles, se rapprochant du fond de la coupe, figureront les niveaux successifs de la mer. Visiblement, le passage se clot avec une vitesse qui s'accélère : le volume de l'eau qui peut passer s'atténue suivant une progression rapide alors que l'ouverture est

près d'être supprimée. On comprend donc encore que l'abaissement de la température en Savoie ait pu accélérer sa marche.

Ce que je viens d'exposer au sujet des modifications climatériques survenues, durant les temps modernes, en Savoie et dans l'Europe occidentale, appuie les idées émises, il y a trois ans, dans mon livre intitulé : *le Déplacement polaire.*

M. LESPIAULT

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux

INFLUENCE DU RELIEF DU SOL SUR LA GRÊLE.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. l'abbé ROUGERIE

Archiprêtre de Rochechouart.

COURANTS ATMOSPHÉRIQUES REPRODUITS PAR LA ROTATION D'UN GLOBE DANS L'AIR AMBIANT.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. l'abbé Rougerie présente et fait fonctionner l'appareil dont il a indiqué le principe au Congrès de Paris (1) et auquel il a apporté divers perfectionnements.

---

(1) *Compte rendu du Congrès de Paris*, p. 480.

M. H. VIGUIER
Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

EXAMEN CRITIQUE DES DIVERSES THÉORIES DE LA GRÊLE.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Lorsque M. Faye essaya de déduire la théorie de la grêle de considérations autres que celle de la surfusion rappelée par M. Renou, ce dernier météorologiste émit le vœu qu'on voulût bien réfuter les théories antérieures avant d'en proposer de nouvelles. La réponse ne fut pas longue : le phénomène de la surfusion semblait alors se rapporter à une simple expérience de cabinet; mais à la suite du verglas exceptionnel de cette année, elle est loin de paraître suffisante. Il faut croire enfin que la théorie de M. Faye, *basée sur les faits*, est loin de satisfaire les savants, à en juger par l'article si remarqué de M. Jamin, et par les théories diverses ou les discussions académiques que nous voyons surgir encore tous les jours. Ayant moi-même proposé une explication différente de toutes celles qui ont été émises jusqu'ici, je crois de mon devoir de répondre à l'invitation que M. Renou peut encore faire, au nom d'un grand nombre de savants météorologistes. Je donnerai donc maintenant un résumé qui devra être un complément de celui qui a été inséré dans le volume du Congrès de Paris.

On connaît le mécanisme qui, d'après M. Faye, caractérise *indubitablement* toutes les tempêtes, tous les orages, ceux de grêle surtout.

« *Des trombes, des mouvements tourbillonnaires, ayant leur origine dans la région des cirrhus, amèneraient dans les nimbus le froid et l'électricité nécessaires à la production des orages, le tout étant animé d'une très grande vitesse de translation. Ainsi les grêlons se forment mécaniquement dans l'épaisseur du nuage d'où ils tombent, par l'effet de ces mouvements gyratoires qui y amènent la neige glaciale des cirrhus. Et il n'y a pas à s'étonner que d'énormes grêles soient soutenues ainsi dans l'air, tout le temps nécessaire à leur formation ; car, en dehors du phénomène de la grêle, chaque tranche qui passe en ravageant le sol nous offre un exemple de ce genre d'action des mouvements gyratoires....* » Les mouvements tourbillonnaires, se produisant dans les cirrhus, se propageraient donc dans les nimbus pour atteindre généralement le sol, au moins pour les grosses grêles.

Des objections nombreuses ont été opposées à cette manière de voir par divers savants, et en dernier lieu par M. Colladon, de Genève, qui

a fait de l'explication de la grêle une des grandes préoccupations de sa longue existence. « De puissants mouvements de rotation des couches contiguës aux nuages, nous dit ce vétéran de la science, ne produiraient-ils pas sur ces mêmes nuées des mouvements rotatoires visibles et tellement évidents qu'ils n'auraient pas échappé aux illustres, sagaces et très nombreux observateurs qui ont dévoué une partie de leur existence à l'étude des phénomènes météorologiques : de Saussure, Ramond, de Humbold, Kaemtz, etc.... Ceux qui ont étudié les orages du haut des montagnes savent qu'il y a parfois des groupes de nuages isolés et assez bas qui versent la grêle : en sorte qu'on peut saisir l'ensemble de ce groupe ou même le dominer, et qu'il serait difficile, en plein jour, de ne pas distinguer un mouvement gyratoire qui existerait dans les cumulus d'où tombe la grêle, et même dans les cirrhus superposés dont les longs filaments et les traînées blanches se voient bien à l'œil nu, et bien mieux encore à l'œil armé d'une bonne lunette. Au sujet d'un des orages que j'ai pu observer à Genève en 1875, je n'ai pu distinguer aucun mouvement gyratoire partiel ou général dans la partie supérieure du cumulus. De plus cet orage a laissé d'innombrables traces de son passage produites par le choc des grêlons contre les murailles recrépies ; et cela dans le canton de Genève sur une surface de 25 kilomètres de long et 7 à 8 de large, et cela encore dans le département de l'Ain et de la Haute-Savoie. Des centaines de maisons portent encore aujourd'hui les marques très visibles des coups frappés par les grêlons contre les façades, et toutes sans exception ont été frappées du côté sud-ouest. Elles donnent des directions semblables et parallèles pour la direction du vent et celles des grêlons sur tout le territoire qui a été frappé, il est donc impossible d'admettre un vaste mouvement gyratoire de ces grêlons, ni même de ces nuages d'où s'échappait la grêle. » C'est une observation analogue à celle que nous pûmes faire à Montpellier lors du grand orage de juillet 1875. On ne saurait généralement admettre que de vastes mouvements gyratoires atteignent le sol. « Le vent a tout conduit, tout réglé, tout entraîné, est-il dit dans le rapport du célèbre orage de 1788, les toits découverts à l'exposition du S.-O., les arbres et les grains couchés vers le N.-E., les maisons et les moulins renversés pour la plupart de ce côté sont des preuves non équivoques de la direction générale de l'orage du S.-O. au N.-E.... »

En résumé, on ne voit les tourbillons ni dans les cirrhus, ni dans les nimbus, et généralement ils n'atteignent pas le sol. De plus, dit encore M. Colladon, si les phénomènes qui engendrent la grêle se passent essentiellement dans les hautes régions atmosphériques, les effets doivent dépendre des circonstances toutes locales à la surface du globe et tout le monde sait qu'il n'en est pas ainsi.

Le savant de Genève pense cependant que les phénomènes des orages ne peuvent être compris qu'en admettant qu'il vienne d'en haut un flux d'air sec et froid fortement électrisé, et pouvant être mélangé d'aiguilles de glace et de gouttes à l'état de surfusion. Il fait dès lors affluer l'air froid des régions supérieures dans les nimbus à l'aide d'un mécanisme analogue à celui des trombes. Les pluies d'orage et les colonnes de grêle produiraient, par l'effet même de leur chute, un vent vertical dû à l'entraînement de l'air de haut en bas par la vitesse qu'acquièrent les gouttes de pluie ou les grêlons en tombant. Prévoyant cependant de nombreuses objections à sa théorie, il incline vers l'idée des mouvements tourbillonnaires pour rendre compte des orages marchant à grande vitesse, et qu'accompagnent de grandes perturbations atmosphériques. Néanmoins ses objections subsistent toujours; il n'y revient pas et n'apporte aucun appui à la thèse de son célèbre contradicteur, qui persiste à attribuer tous les phénomènes des orages à l'intervention de mouvements gyratoires parfaitement définis. Bien avant que M. Colladon formulât ses critiques, je les avais indiquées avec plusieurs autres dans le *Bulletin de l'Association scientifique*, et surtout dans une brochure spéciale où j'ai cru même pouvoir infirmer les diverses théories en rappelant simplement le mode d'apparition du météore dans notre région. Malgré, en effet, les caractères orageux et violents qu'affectent parfois les vents du S.-E., malgré la violence du mistral et quelque fréquentes que soient les trombes sur la Méditerranée, les grêles désastreuses n'arrivent dans le Languedoc que par les vents d'O. à S.-O., et il en est à peu près de même dans le bassin sous-pyrénéen.

« *Au fond, ce qui constitue un orage*, nous dit encore M. Faye, *c'est de la force vive, de l'électricité et du froid pénétrant dans une atmosphère plus ou moins chargée de vapeurs. En bas, au contraire, règnent le calme, l'absence d'électricité et la chaleur. On aura beau accumuler les hypothèses les plus ingénieuses, on ne fera pas sortir le mouvement de l'immobilité, le froid du chaud, l'électricité de rien.* » Mais l'introduction de la force vive, de l'électricité, du froid dans un milieu chargé de vapeurs résulte-t-elle nécessairement de l'un des deux modes imaginés par MM. Faye et Colladon ? Le calme existe-t-il toujours en bas ? Les courants qui parcourent parfois tout un hémisphère, au niveau des mers, les coups de vent ne peuvent-ils se produire sans être accompagnés de mouvements tourbillonnaires et même par un calme complet dans la région des cirrhus ? De pareilles observations ne sont pas rares; on cite celles de MM. Hildebrandsson, de Nansouty. Les vents n'ont-ils pas leur principale origine dans l'inégal échauffement du sol de deux vallées, de deux bassins ? Les brises de terre, de mer, le mistral, le bora, etc...,

résultent-ils d'un mouvement tourbillonnaire supérieur? Faudra-il encore mettre en doute le fait que les vents arrivent dans une contrée avec les caractères physiques qu'ils ont empruntés aux régions qu'ils ont franchies? Comment expliquer, du reste, la coexistence de courants divers, leur alternance, etc. ? On n'ignore pas que dans notre région les pluies torrentielles et orageuses se produisent, le plus souvent, à la rencontre des vents marins chauds et humides, et des vents d'O. à N.-O., leur violence étant, du reste, bien accusée sur les massifs montagneux où la lutte s'accentue. Enfin n'existe-t-il aucune électricité dans ces masses de vapeur qui s'élèvent des mers pour être balayées sur les continents, dans ces nuées basses et épaisses qui traversent le Languedoc pour aller éclater sur les Cévennes?

J'ai dit ailleurs qu'on établissait une ligne de démarcation trop absolue entre les orages de pluie et les orages de grêle. Fournet formula ce fait relativement à la grosseur des grêlons : on peut le constater à tous les autres points de vue. J'ai surtout cité l'orage qui, le 6 du mois d'août 1878, ravagea quelques communes de l'Aveyron. Un grand nombre d'arbres furent brisés et déracinés, des toitures furent enlevées, tandis que des plaques schisteuses de 5 à 6 kilog. étaient emportées par le vent à des centaines de mètres. En quelques minutes le sol fut couvert d'une couche de grêlons de 18 à 20 centimètres d'épaisseur; on en trouvait encore dix jours après l'orage. Nous semblons être en hiver, m'écrivait-on : presque tous les jours nous avons encore de violents orages de pluie, mais nous n'avons plus de raisons sérieuses pour les redouter; ils suivent la même route que la grêle qui a tout détruit sur son passage.

Il y a plus, c'est dans un même orage que dans notre contrée nous pouvons constater des transitions plus ou moins brusques de la pluie à la grêle ou réciproquement, à la suite de ces sautes du vent si fréquentes par les temps orageux sur la Méditerranée comme sur le littoral. Ainsi le jour de l'orage que je viens de citer, vers la limite orientale du même département, trois averses successives, d'une demi-heure chacune environ, donnèrent 67^{mm} d'eau, et cela par le S.-E. Mais une invasion subite du vent d'O. se produisit, et la grêle, dans une courte apparition, fit quelques dégâts. Un autre fait général ne permet pas d'établir une distinction essentielle entre un orage de pluie et un orage de grêle : il se rapporte à la variété que présente souvent un même mouvement orageux se manifestant sur une vaste étendue, ou même dans une région montagneuse assez restreinte, comme le témoignent, par exemple, les bulletins de Vaucluse, ou même ceux qui sont publiés en Italie. Les orages revêtent, en effet, dans ces contrées des caractères sporadiques bien plus prononcés que dans le Languedoc; qu'il s'agisse

de l'ensemble du phénomène ou des répartitions de la pluie et de la grêle.

Disons maintenant que les observateurs signalent plus souvent encore dans les orages de grêle que dans les orages de pluie, l'intervention simultanée de plusieurs vents. On peut voir à ce sujet de nombreux rapports dans les atlas de l'Observatoire. Mais Kaemtz avait déjà formulé le fait général, et il y a lieu de s'étonner qu'on néglige d'en tenir compte, lorsque l'autorité de ce météorologiste est si souvent invoquée, même pour certains points particuliers de la question qui nous occupe. « Souvent, dit-il, après la grêle, le temps est dérangé parfois pour des semaines entières; en particulier elle est suivie de froid; mais la grêle elle-même étant produite par le conflit de deux vents opposés, celui qui repousse l'autre change le temps pour longtemps. » J'ai signalé des exemples remarquables de cet abaissement subit et persistant de la température, et cela par un ciel serein; plusieurs se rapportent à notre région. Peut-on, dès lors, admettre que le mouvement tourbillonnaire se continue à notre insu, tandis que d'ailleurs un vent frais, de provenance bien connue, nous rend compte d'un fait qu'on ne saurait attribuer dans la formation de la grêle à un phénomène aussi passager que l'est un mouvement tourbillonnaire. Ce froid est surtout sensible dans la partie montagneuse de la région où éclate l'orage qui, parfois, mettra fin aux chaleurs de l'été. Pour ce qui est de la haute température qu'on observe les jours de grêle, Kaemtz nous dit encore qu'elle est limitée aux couches inférieures de l'atmosphère, et les nombres qu'il cite témoignent, pour ces jours-là, de la rapidité exceptionnelle de la diminution de la température avec la hauteur. Disons enfin que, conformément aux observations générales des météorologistes, nous voyons bien dans notre région les vents froids ou chauds régner simultanément, indépendamment de l'altitude, se remplacer aussi; le plus haut finissant par s'abaisser, en intervenant alors pour une large part dans l'état général de l'atmosphère et dans la production des phénomènes météoriques.

Enfin la conception de tourbillons qui ne se manifestent par aucun de leurs effets les plus sensibles, qui sont en contradiction avec la distribution des grêles et des pluies à travers les continents, que ne permettent pas d'admettre les circonstances de température qui accompagnent ou suivent l'apparition de la grêle; cette conception, dis-je, introduirait-elle quelque simplicité dans l'explication des grêlons et de leurs figures diverses? Ils se formeraient dans des spires successives, centrées sur le même axe de ces vastes mouvements tourbillonnaires. Maintenus qu'ils seraient par la force centrifuge, ils y rencontreraient alternativement les aiguilles des cirrhus à la température de — 20° à — 30° ou l'eau vésiculaire des nuages qu'ils congéleraient. De là, un nombre de

couches alternativement opaques ou transparentes égal au nombre des spires qu'ils auraient traversées. Il n'est pas aisé de se faire une idée des conditions physiques et dynamiques d'un pareil système, doué encore d'une vitesse de translation de 20 lieues à l'heure. Disons une fois pour toutes, qu'à une température supérieure même à —20°, les aiguilles de glace ne se réunissent pas en masses, parfois spongieuses, comme celles qui caractérisent les noyaux de grêle ou même de petits grêlons : c'est alors une poussière glacée, qu'emporte le vent, formant des dunes, qui s'accumule en divers points pour devenir souvent fatale au voyageur, qui pourra aussi périr asphyxié.

Les météorologistes s'accordent sur les circonstances au milieu desquelles le grésil se forme, et il n'est pas rare de voir des nuages qui le sèment dans leur marche rapide. C'est dans l'ensemble de l'atmosphère et des courants divers qui interviennent dans les orages et non dans les spires d'un tourbillon, que j'ai cherché les éléments des grêlons et les diverses circonstances physiques qui président à leur formation et à leur constitution générale. Leur existence, constatée par les aéronautes et les observations en pays de montagne, suffit à notre cause. Le mode de formation de la grêle que j'ai indiqué se présente ensuite comme conséquence des lois physiques ou dynamiques que j'ai invoquées. Il rend compte de la suspension des grêlons soumis à la violence d'un courant qui sans être par trop exceptionnel peut concourir à leur rapide accroissement, et suffire au rôle que nous lui faisons jouer.

La conception de mouvements tourbillonnaires agissant pour les faire arriver dans les couches inférieures, avec une force dont les tourbillons des cours d'eau peuvent nous donner une idée, indépendamment de la pesanteur, ne simplifie pas les considérations précédentes. L'embarras où se trouve M. Colladon pour expliquer la marche rapide des grêlons que M. Lecoq *a vu transporter horizontalement par un courant violent et froid*, n'a plus sa raison d'être lorsqu'on invoque les lois de la dynamique. En supposant ce courant ralenti ou même tout à fait affaibli par une cause quelconque : courant opposé, relief du sol... la grêle, douée d'une de ces vitesses qu'on lui connaît, devra tomber, comme l'a indiqué l'observation, à une demi-lieue au-delà de la hauteur qu'on peut lui supposer, et avec la vitesse limite, suivant la verticale, que le calcul lui assigne.

La considération de cette vitesse limite suivant la verticale permet aussi de résoudre l'objection opposée par M. Boussingault aux idées de M. Faye, au sujet d'une grêle observée dans les Andes sans qu'il y eut à constater des mouvements tourbillonnaires, ni d'autres mouvements violents analogues à ceux que l'on observe en général dans ces orages. L'épaisseur de la couche que les grêlons en voie de formation avaient à

traverser, et leur vitesse correspondante à leurs différents états de grosseur, expliquent les diverses circonstances de cette chute de grêle par une température qui a pu n'être pas bien basse.

Les études que poursuivent certains physiciens étrangers sur les cristaux qui accompagnent les grêlons ; celles aussi qu'on pourrait effectuer au Puy-de-Dôme sur le givre, le verglas et les brouillards, pourront permettre de pénétrer plus avant dans le mode de formation de la grêle, puisque c'est par les mêmes vents froids et humides que se forment en peu de temps ces énormes aiguilles de glace dirigées vers le côté de l'horizon où apparaît le météore. Jusqu'ici cependant aucune théorie physique, aucune expérience, ne saurait expliquer les cristaux de glace qu'on rencontre parfois à la surface des grêlons, et leur absence dans les verglas semblent témoigner d'un mode différent de formation. L'on conçoit l'intervention du verglas, son dépôt sur les grêlons sans cependant que les physiciens aient dit leur dernier mot à ce sujet. Les phénomènes qui se passent au sommet du Puy-de-Dôme, l'observation d'Espy dans le Tennessee, enfin quelques études faites en vue de l'explication des phénomènes glaciaires semblent bien justifier le dépôt de verglas autour d'un premier noyau, ou même autour de fragments de végétaux ou de poussières minérales, sans faire intervenir exclusivement le phénomène de la surfusion. Le dépôt, à part les circonstances physiques qui le produisent, doit dépendre de la vitesse relative du mobile et du milieu chargé de vapeurs ou d'aiguilles de glace qui pourvoient à son accroissement : celui des grêlons peut alors s'effectuer dans son mouvement de translation ou dans sa chute ; mais on n'arrive pas ainsi à expliquer complètement les agglomérations ou même les grêlons volumineux des orages qui généralement correspondent à des mouvements violents de l'atmosphère, si l'on n'a pas recours aux considérations de dynamique que j'ai invoquées.

A part d'autres objections particulières, une grande partie de celles que l'on peut faire aux diverses théories se présentent encore lorsqu'on cherche à tout rattacher au phénomène de la surfusion, celles par exemple qui se rapportent à la distribution des grêles, et au rôle des courants qui interviennent, dans notre contrée surtout. D'ailleurs les brouillards à l'état de surfusion peuvent-ils coexister avec la violente agitation de l'air qu'on s'accorde à reconnaître dans les orages de grêle? N'y aurait-il pas lieu aussi de se demander pourquoi les verglas exceptionnels, attribués à la même cause, étant plus fréquents en hiver qu'en été, dans les zones septentrionales que dans les zones tempérées, il n'en est pas de même des grêles.

A ce même sujet, il me semble qu'on n'a pas fait une remarque qui n'est pas sans importance. Les météorologistes, les aéronautes surtout,

français et étrangers, ont mentionné la diversité des courants qui sillonnent l'atmosphère, ont parlé de l'alternance des courants polaires et équatoriaux, de leur coexistence indépendamment de l'altitude. Des brouillards remarquables, des pluies, des grêles même qui paraissent extraordinaires, si on se borne à l'examen des couches inférieures de l'atmosphère, trouvent alors leur explication. On comprend ainsi que la pluie se produisant par un vent chaud supérieur, dont l'existence n'est nullement exceptionnelle, même en hiver, puisse ensuite par un temps calme arriver dans les couches inférieures plus froides, les traverser dans un état de repos relatif, et en prendre alors la basse température sans se congeler. Dove, discutant les tempêtes qui peuvent se produire dans la coexistence des courants polaires et équatoriaux, et en ayant égard à la situation respective de ces courants, Dove mentionne surtout avec détail celle de février 1828. Un froid extraordinaire et de longue durée régnait en France. Le 15 janvier, le vent du S.-O. finit par s'établir et la température s'éleva en conséquence. Le 24, un froid très vif reprit avec les vents d'E. : à Paris le baromètre continua à être bas et le ciel se couvrit malgré cette basse température, parce que le vent du S.-O. continuait à souffler dans les régions supérieures de l'atmosphère; à Joyeuse, en particulier, il tomba plus de 25^{mm} de pluie du courant chaud supérieur, pendant que le sol était gelé et que la neige tombait plus au sud.

Kaemtz signale un grand nombre d'orages de grêle observés dans les vallées et correspondant à une température égale ou de bien peu inférieure à zéro, observée sur les grands massifs des Alpes, tandis que la neige tombait sur le Saint-Gothard ou le mont Saint-Bernard. C'est en effet la température la plus favorable à la formation des agglomérations que nous avons surtout en vue d'expliquer. Le phénomène de la surfusion expliquerait peu la formation de ces masses spongieuses, rendrait difficilement compte de la présence des éléments étrangers, des bulles d'air qu'on rencontre souvent dans les grêlons, ainsi que de leur constitution générale. Leur forme, les couches concentriques ne s'expliquent que par leur transport dans l'atmosphère, à travers des couches d'air, dans des états physiques différents chargées d'éléments divers, en tout semblables à celles que les aéronautes nous ont décrites.

Nous sommes enfin conduit à la considération d'un mouvement de translation à grande vitesse, le seul sur lequel s'accordent, avec les autres savants, MM. Faye et Colladon. Si les mouvements tourbillonnaires ont été cités par divers météorologistes, tels que Kaemtz, Lecoq... c'est à titre de phénomènes exceptionnels, accidentels, résultant de la rencontre de courants qui concourent à la production de la grêle. Ils se rattachent par leur origine à ces tournoiements des nuages qu'on

observe bien plus fréquemment ; ils sont plus ou moins réguliers, se produisent sur place, ou sont dans tous les cas doués d'une très faible vitesse. Ils pourront peut-être alors parfois être comparés à ceux qui se produisent sur les cours d'eau auxquels nous rapporterons les phénomènes de transport, indépendants des accidents tourbillonnaires qui se produisent sur leur trajet. L'explication de M. Colladon ne saurait être substituée avec avantage aux idées critiquées par ce savant physicien, malgré l'éclectisme sur lequel elle repose. Dans ma discussion je suis parti seulement des faits secondaires ayant un rapport immédiat avec les phénomènes en question. C'est bien plus haut qu'il eût fallu prendre l'étude de l'ensemble des circonstances physiques ou dynamiques qui devraient présider à leur production. Elle a été en partie abordée par de savants observateurs : quelque puissantes que soient les objections que j'ai indiquées, elles se multiplient encore lorsqu'on persiste à ne pas tenir compte d'éléments qui, par leur constance, témoignent de leur puissante intervention dans la production de la grêle.

Pour nous, alors, un vent violent, froid et humide, pénétrant à travers une atmosphère telle que les observateurs nous la montrent constituée, pouvant, si l'on veut, renfermer des brouillards à l'état de surfusion; ce vent, dis-je, emportera avec lui ou fera naître sur son passage tous les éléments de la grêle ; et, suivant l'état physique des couches traversées ou des courants en présence, il pourvoira à l'accroissement et aux formes diverses des grêlons, et donnera lieu, enfin, aux phénomènes orageux qui accompagnent le météore.

Tout cela semble d'accord, comme je l'ai dit ailleurs, avec la production et la propagation des grêles dans les diverses régions ; tandis que tous les phénomènes qui s'y rapportent se trouvent coordonnés sans introduire la moindre modification dans l'ensemble des rapports qui nous ont été transmis, et sans faire subir la moindre torture aux faits physiques ou dynamiques que nous invoquons ; surtout, enfin, sans cette intempérance de généralisation que Volta lui-même reprochait à l'abbé Bertholon au sujet des théories électriques ; intempérance dont on s'est surtout rendu coupable dans les diverses théories de la grêle émises par les physiciens et les météorologistes. Pour essayer encore d'échapper à ces mêmes reproches, j'indiquerai dans le prochain congrès l'ensemble des calculs qui ont permis d'établir les corrélations que j'ai indiquées. L'accord des résultats numériques avec l'observation constituera enfin la dernière confirmation des principes que j'ai invoqués dans l'explication que je propose.

M. ANGOT

Météorologiste au Bureau central météorologique de France.

L'OBSERVATOIRE DE LYON.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Angot décrit l'état d'avancement des travaux de l'observatoire de Lyon qu'il vient de visiter récemment.

M. André, directeur et fondateur de l'Observatoire, installe trois stations météorologiques complètes, indépendamment de l'observatoire astronomique, ces trois stations sont :

1° Parc de la Tête-d'Or, à Lyon (altitude 174 mètres);
2° Observatoire de Saint-Genis-Laval (altitude 285 mètres);
3° Fort du Mont-Verdun (altitude 625 mètres).

Ces trois stations forment un triangle dont le plus grand côté ne dépasse pas vingt kilomètres et posséderont la série complète des instruments enregistreurs : baromètre, thermomètres sec et mouillé, girouette, anémomètre, pluviomètre et électromètre.

La station du Parc de la Tête-d'Or est terminée et en plein fonctionnement.

La station du Mont-Verdun est très avancée, les observations commenceront probablement dans le courant du mois de septembre et l'installation des enregistreurs suivra de près.

L'observatoire de Saint-Genis est en construction, mais les observations s'y feront avant la fin de l'année.

L'ensemble de ces trois stations est complet, et la position exceptionnelle de deux d'entre elles (Saint-Genis et Mont-Verdun) feront de l'observatoire de Lyon une institution unique.

Les dépenses qu'occasionnera la création de ces trois stations et de l'observatoire astronomique sont évaluées à 350,000 francs, dont 168,000 ont été déjà fournis par la Ville de Lyon, le conseil général du Rhône et l'État.

Quand les trois stations météorologiques seront complètement installées on les complétera probablement par l'adjonction d'autres stations secondaires à Ampuis et sur le Mont-Pilat.

M. G. VAN DER MENSBRUGGHE
Professeur à l'Université de Gand.

DU ROLE DE LA SURFACE LIBRE DE L'EAU DANS L'ÉCONOMIE DE LA NATURE.

— Séance du 4 septembre 1879. —

On a signalé fréquemment le cycle grandiose ayant pour phases successives l'évaporation des couches superficielles des eaux de la mer; l'élévation des vapeurs dans l'atmosphère; leur condensation à laquelle est due la formation des nuages; leur chute à la surface du globe, à l'état de neige ou de pluie, chute qui donne naissance aux glaciers, aux ruisseaux, aux rivières et aux fleuves; la circulation des cours d'eau à l'intérieur des terres; enfin leur retour au sein de l'océan. Mais dans l'étude de tous ces phénomènes, s'est-on préoccupé des propriétés si longtemps mystérieuses des couches libres des masses liquides en mouvement continu? S'est-on douté du travail vraiment énorme que ces couches sont capables d'effectuer? Il a fallu la persévérance de plusieurs physiciens et le recours à des expériences très nombreuses pour que la science accueillît enfin comme vraie la notion d'une énergie propre de la couche superficielle d'un liquide quelconque. S'il est permis aujourd'hui d'affirmer que la surface libre d'un liquide déterminé est comparable à une membrane tendue dans tous les sens à peu près également dans les mêmes circonstances, les savants et, en particulier, les météorologistes n'ont pas encore, à ma connaissance, porté leur attention sur le rôle pourtant immense que jouent les couches superficielles de l'eau dans les grands phénomènes de la nature. Le but du présent article est de montrer brièvement que la surface libre des masses liquides répandues soit dans l'atmosphère, soit sur le globe terrestre, est une source puissante de manifestations tour à tour calorifiques, électriques et mécaniques.

Avant d'entrer en matière, rappelons ici une preuve bien simple de l'existence de la force ayant son siège à la surface de l'eau : fixons horizontalement une tige cylindrique en bois ayant, par exemple, un demi-mètre de longueur et 3 ou 4^{mm} d'épaisseur, et entourée à chaque extrémité d'un anneau en fil de fer très mince; mouillons cette tige de manière que l'eau adhère partout, puis prenons une seconde tige de même longueur, de même épaisseur, et pareillement bien mouillée; approchons-la de la première jusqu'à ce que le contact ait lieu avec les deux anneaux, et que le petit intervalle entre les tiges soit complè-

tement rempli par le liquide qui les mouille. Dans ces conditions, on pourra lâcher la tige inférieure sans qu'elle tombe; bien plus, on pourra fournir à la tige inférieure une charge complémentaire de plusieurs grammes avant que l'équilibre soit rompu. Cet effet est dû à la tension de la couche superficielle de la petite masse liquide comprise entre les deux tiges; pour avoir la mesure de la force par unité de longueur, il suffirait évidemment de diviser le poids total minimum nécessaire pour la rupture de l'équilibre, par la double longueur de chacune des tiges. On trouverait ainsi $7^{mg},5$ environ par millimètre de longueur.

Puisque la tension exercée par l'eau équivaut à 7.5 milligr. par millimètre de longueur, il est clair que le travail nécessaire pour accroître la surface d'un millimètre carré équivaut à 7.5 milligr.-millimètres; pour un accroissement de 1^{mc} de surface, le travail nécessaire serait évidemment de 7.5 grammes-mètres ou de 0.0075 kilogrammètres. Il suit de là que chaque mètre carré de la surface libre de l'eau possède, à l'état virtuel, une énergie équivalente à $0^{kgm},0075$; c'est ce nombre qui exprime l'*énergie potentielle* de l'eau.

Or, en appliquant les principes de la thermodynamique au cas d'une masse liquide dont la surface éprouve des variations, j'ai démontré les deux propositions suivantes (1) :

1° Si la couche superficielle d'une masse liquide éprouve une augmentation, elle se refroidit ; elle s'échauffe, au contraire, dès qu'elle subit une diminution.

2° Dans les deux cas, il s'y développe des courants thermo-électriques d'autant plus intenses que la masse est plus petite, ou que la variation de la surface est relativement plus considérable.

En outre, l'étude des jets d'eau de petit diamètre lancés verticalement de bas en haut m'a conduit au résultat suivant (2) :

La diminution de surface libre d'une masse liquide développe non seulement de la chaleur ou de l'électricité, mais encore une portion $\lambda = 0.0012$ environ de l'énergie potentielle perdue se change réellement en énergie cinétique.

Enfin, le principe de la conservation de l'énergie exige évidemment que *toute masse liquide en mouvement, dont la surface libre augmente et qui acquiert ainsi un accroissement d'énergie potentielle, perde une quantité équivalente de force vive.*

Telles sont les propositions que je vais appliquer succinctement au

(1) *Application de la thermodynamique à l'étude des variations d'énergie des surfaces liquides* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1876, t. XLI, p. 769, et t. XLII, p. 21).

(2) *Nouvelles applications de l'énergie potentielle des surfaces liquides* (Ibid. 1879, t. XLVII, p. 326).

cycle d'opérations qu'exécutent constamment les eaux répandues dans l'atmosphère ou dans les vastes bassins des mers.

I. — *Énergie potentielle totale de la surface des eaux de la mer.* — Si nous admettons que les trois quarts de la surface du globe soient occupés par les eaux de la mer, nous aurons évidemment pour l'énergie potentielle des couches liquides superficielles $\frac{3}{4}\ 4\ \pi\ R^2 \times 0{,}0075$ kilogrammètres, R étant le rayon terrestre. On trouve aisément que cette expression équivaut à

$$382 \times 10^8 \text{ chev. vap.}$$

Où réside une puissance aussi énorme? D'après les recherches des physiciens, elle a pour siège une couche dont l'épaisseur ne dépasse pas $\frac{1^{mm}}{20000}$. Si donc nous imaginons que des tranches successives ayant pour épaisseur $\frac{1^{mm}}{10000}$, soient séparées de la mer, chaque tranche de de 1^{mc} de surface aura une énergie potentielle de $0^{kgm},0075 \times 2 = 0^{kgm},015$; pour 10,000 de ces tranches dont l'ensemble formerait une couche de 1^{mc} de base et 1 millim. d'épaisseur, l'énergie potentielle serait $10000 \times 0{,}015 = 150$ kilogrammètres. Si, pour nous rapprocher de la réalité, nous admettons que l'eau se subdivise en sphérules extrêmement ténues, ayant par exemple $\frac{1^{mm}}{10000}$ de diamètre, nous trouverons que chaque kilogramme d'eau donne lieu à un ensemble de sphérules dont l'énergie potentielle totale équivaut à 450 kilogrammètres, c'est-à-dire plus d'un million de fois celle d'une sphère unique d'eau pesant 1 kil.

II. — *Énergie potentielle transportée par la vapeur d'eau dans l'atmosphère.* — Cette subdivision extrême de l'eau est-elle purement hypothétique? Tout me porte, au contraire, à admettre que, par le fait de l'évaporation continue des couches superficielles des eaux de la mer, celles-ci se subdivisent en sphérules bien plus ténues encore et constituant les vapeurs invisibles qui s'élèvent dans l'atmosphère; mais aussitôt que l'effet du refroidissement les a rapprochées suffisamment pour qu'elles forment des globules ayant au moins $\frac{1^{mm}}{10000}$ de diamètre, chaque unité de surface a une énergie potentielle de 0.0075 kilogrammètres. Ce raisonnement bien simple fait voir quelles quantités prodigieuses d'unités de travail se trouvent ainsi transportées par la vapeur d'eau, quantités auxquelles il faut ajouter l'énergie potentielle acquise par la vapeur en vertu de son poids.

D'un autre côté, l'évaporation des eaux de la mer met constamment à nu de nouvelles portions superficielles, et celles-ci, acquérant par là une énergie potentielle qu'elles n'avaient pas d'abord, perdent une certaine quantité de chaleur ; cette perte est d'autant plus grande que la surface se renouvelle plus rapidement : c'est l'explication bien simple du froid produit par l'évaporation.

III. — *Effets de la condensation de la vapeur d'eau.* — D'après ce qui précède, la condensation de la vapeur entraîne la production d'une quantité de chaleur d'autant plus forte, que les surfaces libres *perdues* sont plus considérables ; c'est l'explication rationnelle de ce qu'on est convenu d'appeler le *calorique latent* de la vapeur d'eau. Un fait bien connu milite en faveur de cette déduction : c'est que plus les gouttes de pluie sont grosses, plus elles sont chaudes.

Mais il y a plus : chaque fois que la vapeur invisible se condense en gouttelettes, il se développe non seulement de la chaleur, mais encore de l'électricité. D'après cela, il n'y a rien d'étonnant à ce que la condensation subite d'une grande quantité de vapeur donne lieu à de puissantes décharges électriques, telles qu'on en observe dans les orages. A la vérité, on peut objecter à cette explication les expériences de Faraday faites avec la machine d'Armstrong, et d'après lesquelles il ne se dégage beaucoup d'électricité qu'avec de la vapeur contenant déjà des gouttelettes d'eau ; dès lors on pourrait invoquer le frottement comme étant la seule cause du phénomène. Pour réfuter cette objection, je dirai d'abord que si la vapeur sèche ne donne pas le même résultat, c'est sans doute parce que le conducteur sur lequel est lancée la vapeur se trouve trop près de l'orifice d'où elle s'échappe, et qu'ainsi la condensation n'est pas encore assez avancée pour que tout son effet se manifeste. En second lieu, si le frottement développe de l'électricité, c'est, selon moi, parce qu'il met à nu des couches fraîches des corps frottés l'un contre l'autre, et determine ainsi des variations dans l'énergie potentielle de ces couches. L'argument tiré des expériences de Faraday me paraît donc sans valeur.

J'ajouterai que, d'après ma théorie, l'électricité développée par la condensation de l'eau au-dessus de 4° C (température du maximum de densité) est de signe contraire à celle que produit la condensation au-dessous de 4°. C'est probablement grâce à cette circonstance que les phénomènes électriques de l'atmosphère sont généralement peu intenses.

Ici se présente une question assez intéressante ; nous venons de voir que l'atmosphère contient sans cesse de grandes quantités de vapeur d'eau, et que cette vapeur transportée dans des couches d'air suffisamment froides se condense sous forme de gouttelettes ; mais nous savons

qu'à la hauteur des nuages, il règne souvent un froid plus que suffisant pour congeler l'eau; comment donc les sphérules composant les nuages peuvent-elles demeurer liquides à des températures parfois très basses? Pour répondre à cette question, je dirai que, d'après mes formules, la chaleur nécessaire pour élever ou abaisser de 1° la température d'une masse unique d'eau pesant 1 kilogr. est bien plus petite que celle qu'il faut dépenser pour chauffer ou refroidir de la même quantité un nombre n de sphérules pesant ensemble 1 kilogr., et que plus n est considérable, plus la différence devient grande; c'est qu'alors la surface s'accroît de plus en plus, relativement au volume. Voilà, je pense, la raison pour laquelle, par un froid même assez vif, nous voyons quelquefois l'horizon couvert par d'épais brouillards composés de gouttelettes d'une ténuité extrême; mais aussitôt que les particules liquides se déposent sur des corps solides exposés à la même température, elles se congèlent et produisent le *verglas*. On n'a donc pas besoin d'invoquer un état particulier (celui de la *surfusion*) pour rendre raison d'une propriété de l'eau, qui a causé cette année de véritables désastres dans certaines parties de la France.

Je rappellerai ici que, d'après un calcul fort ingénieux de sir William Thomson, de petites gouttelettes peuvent s'évaporer dans de l'air contenant assez de vapeur pour que la condensation ait lieu sur une surface plane; c'est pourquoi la vapeur peut être refroidie bien au-dessous du degré ordinaire de la condensation sans se liquéfier; car le premier effet de la condensation serait de produire des gouttelettes extrêmement fines, et celles-ci tendraient à diminuer de volume à moins que l'espace ambiant ne fût sursaturé. A l'appui de l'opinion de sir W. Thomson, je dirai que les particules ayant un diamètre inférieur à $\frac{1^{mm}}{10000}$ (le double du rayon d'activité sensible de l'attraction moléculaire) doivent s'évaporer plus facilement que les globules plus gros, puisque l'attraction due à la couche superficielle y est nécessairement moindre que dans ces derniers.

N'est-il pas curieux de voir encore ici l'énergie potentielle de l'eau jouer un rôle prépondérant? C'est en effet par l'influence de cette énergie que l'illustre savant anglais a pu établir ce point important de la météorologie.

Insistons un instant sur une autre propriété curieuse de la vapeur d'eau : on sait que celle-ci n'exerce pas seulement un effet salutaire par les grandes quantités de chaleur qu'elle peut développer lors de sa condensation, mais qu'elle protège encore la terre contre l'influence du rayonnement nocturne. Quand on songe que la température des espaces célestes est évaluée à plus de 100° au-dessous de zéro, on conçoit que

le sol se refroidirait d'une façon très marquée, s'il n'y avait une sorte de manteau protecteur; ce manteau, c'est précisément l'atmosphère humide. L'expérience a prouvé que l'air sec se laisse traverser plus aisément par les rayons de chaleur que la vapeur d'eau, et surtout que la vapeur condensée sous forme de brouillards ou de nuages. Je n'hésite pas à attribuer ce fait à l'hétérogénéité de l'atmosphère chargée de vapeur et à la multiplicité des surfaces liquides offertes au passage de la chaleur par les brumes ou les nuages.

IV. — *Explication de quelques phénomènes observés dans les eaux courantes.* — Il serait trop long d'appliquer ma théorie aux diverses particularités d'un cours d'eau à partir de sa source jusqu'à son embouchure : aussi je me bornerai à l'examen de deux phénomènes bien curieux.

1° Lorsque, par une cause quelconque, la quantité d'eau qui s'écoule d'une montagne s'accroît subitement, les portions liquides plus rapprochées de la vallée sont gagnées de vitesse par celles qui descendent des hauteurs; dès lors il y a des couches d'eau qui se superposent, et ainsi s'annulent des portions de surface libre d'autant plus étendues, que la différence de vitesse est plus notable ; mais par cette annulation de surface libre, il se produit, dans le sens même du mouvement, une quantité d'énergie cinétique équivalente aux douze dix-millièmes de l'énergie potentielle totale des surfaces perdues. On conçoit que cet effet, s'ajoutant sans cesse à celui de la hauteur de chute, l'eau qui fait irruption dans les régions plus basses se meut avec une vitesse qui croît toujours à la surface et qui, par cela même, annule des portions plus notables de la surface libre des eaux qui précèdent. S'il se présente un obstacle quelconque à la marche des eaux, l'annulation extrêmement rapide de la surface libre des couches d'eau qui se rapprochent de cet obstacle, produit une énergie de mouvement sans cesse croissante et qui, bien souvent, finit par emporter l'obstacle même ; mais alors la superposition successive des couches liquides va s'effectuer plus loin et donner lieu aux mêmes effets. Voilà, selon moi, l'une des causes principales des ravages parfois effrayants des grandes masses d'eau qui descendent subitement des montagnes, et dont l'impétuosité semble grandir avec le nombre des obstacles qui s'opposent à leur marche.

Inutile d'ajouter que des effets du même genre peuvent se manifester sur le parcours entier des rivières et des fleuves ; chaque fois que plusieurs bras déversent leurs eaux dans un seul et même bassin, l'annulation énorme des surfaces libres combine son influence avec celle de la force vive même de ces eaux, et, dans de pareilles conditions, la vitesse peut croître à tel point que l'eau déborde autour du bassin en question.

Un exemple effrayant d'une inondation due à ces causes a été fourni récemment par la Theiss, en Hongrie ; peu avant son passage par Szegedin, elle reçoit les eaux de la Szaras et de la Maros, et réalise ainsi, à chaque crue, les conditions qui doivent amener des inondations locales. A cet égard, il suffit presque de jeter les yeux sur la carte d'un pays pour être à même d'indiquer les points les plus menacés par les fortes crues des eaux.

2° Après avoir tâché de montrer l'action exercée par les masses d'eau dont la surface libre diminue, je vais citer un exemple de l'effet produit par une augmentation graduelle de la surface d'une masse liquide.

Quand une grande nappe d'eau tombe d'une hauteur très considérable, on sait qu'elle se subdivise parfois jusqu'à se résoudre en gouttelettes d'une ténuité extrême ; il me suffira de citer à l'appui la cascade du Staubbach en Suisse et celle de Gavarnie dans les Pyrénées. Pour jeter quelque lumière sur ce genre de phénomène qui se manifeste même par le temps le plus calme, je dirai que, dans la nappe qui se forme aussitôt après que l'eau s'est détachée de la montagne, une même masse liquide affecte une surface libre qui croît rapidement et acquiert ainsi une énergie potentielle de plus en plus grande ; mais à ce gain d'énergie potentielle correspond une perte d'énergie de mouvement, c'est-à-dire que, dans les couches superficielles, il naît une force retardatrice croissante, tandis que les couches intérieures tendent à obéir simplement aux lois de la pesanteur ; ce retard dans les couches libres doit nécessairement mettre à nu des portions des couches intérieures, et amincir de plus en plus la nappe, tout en substituant toujours à une partie de l'énergie de mouvement une quantité équivalente d'énergie potentielle ; mais la pression due aux bords convexes de la nappe y détermine constamment la production de bourrelets, tandis que, sur la nappe même, elle fait naître des stries ; or, d'après un principe établi par M. Plateau, ces bourrelets et ces stries se transforment bientôt en gouttelettes qui se détachent de la masse ; cette transformation donne lieu à de nouvelles surfaces libres où se manifestent bientôt les mêmes phénomènes. C'est ainsi que, comme le dit M. Taine dans son *Voyage aux Pyrénées*, la cascade « arrive en bas comme un bouquet de plumes fines et ondoyantes et rejaillit en poussière d'argent. »

Lorsqu'un vent latéral agit avec assez de force sur une nappe d'eau en mouvement, il se forme sur celle-ci une série de stries qui ne tardent pas à se résoudre en gouttelettes, et ces dernières obéissant à l'impulsion du courant d'air ascendant peuvent alors remonter par dessus l'eau de la cascade : un exemple bien curieux a été observé récemment par M. Colladon au haut de la Salence (Pissevache) dans le Valais. « La partie supérieure de la cascade était surmontée, sur le quart supérieur

environ de sa hauteur totale, d'un recouvrement de petites gerbes formées par des milliers de perles liquides animées d'une vitesse absolue notable en sens contraire de celle de l'eau de la cascade, c'est-à-dire que toutes ces gouttes remontaient rapidement vers le sommet (1). »

V. — *Effets des variations d'énergie potentielle des eaux de la mer.* — Ces effets sont aussi nombreux que variés : j'ai déjà signalé le renouvellement de la surface produit par l'évaporation, et l'abaissement de température qui y correspond ; mais il y a bien des cas où les surfaces libres, se superposant les unes aux autres, font naître à la fois de la chaleur, de l'électricité et du mouvement. Dans un travail récent (cité page 554), j'ai tâché de faire découler de ma théorie l'énergie de mouvement acquise par les vagues de la mer, soit devant une plage unie et en pente douce, soit devant des côtes abruptes, soit enfin dans des baies peu profondes ; la cause des mascarets à l'embouchure de certains fleuves, et enfin l'origine de la puissance du Gulfstream. Je ne reviendrai pas ici sur ces applications, mais j'en signalerai quelques autres qui me paraissent offrir de l'intérêt.

En premier lieu, on sait qu'un vent violent donne lieu à des vagues moins hautes qu'un vent modéré ; c'est que les couches superficielles, au lieu de se superposer et d'acquérir graduellement une plus grande vitesse et de plus grandes dimensions, produisent des vagues d'où la force excessive du vent détache des lames qui sont lancées au loin et se transforment en des milliers de globules ; cette augmentation de surface engendre un effet opposé à celui de l'enroulement des vagues, qui dès lors doivent être moins hautes.

En second lieu, on a vainement essayé jusqu'ici de trouver la mesure exacte de la pression maxima d'une vague contre un obstacle par mètre carré. J'attribue cette impossibilité à ce que la puissance d'une masse d'eau ne provient pas seulement de son volume et de sa vitesse, mais encore de l'accumulation successive de couches libres n'ayant qu'une fraction très minime de millimètre d'épaisseur, accumulation qui rend impossible toute évaluation exacte de la pression.

3° Les navigateurs sont unanimes pour déclarer que, si le vent est directement opposé à un courant de la mer, il se produit une sorte de *ras de marée* redoutable. Rien de plus facile à expliquer : le vent, en s'opposant à la libre marche des couches superficielles qui suivent le courant, les accumule graduellement les unes sur les autres, et emma-

(1) *Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes* (Biblioth. univ. de Genève, N° de juillet 1879).

gasine dans les flots ainsi engendrés des quantités de force vive que rien ne semble limiter ; par exemple, le fort courant qui règne généralement vers l'ouest au cap des Aiguilles, est parfois arrêté par des coups de vents d'ouest ou de sud-ouest, et peut même refluer vers l'est en donnant lieu à une mer toujours grosse et parfois horrible. Les annales maritimes des États-Unis contiennent l'histoire d'une tempête affreuse (1780), qui a fait refluer les eaux du Gulfstream dans le golfe du Mexique en exerçant de terribles ravages dans les pays voisins.

J'arrête ici l'exposé succinct de mes idées sur le rôle de la surface libre de l'eau dans l'économie de la nature ; je m'estimerais heureux si les météorologistes voulaient bien les soumettre à l'épreuve de leurs propres investigations.

M. ANGOT

Météorologiste au Bureau central météorologique de France.

TABLES NOUVELLES POUR RÉDUIRE LES HAUTEURS BAROMÉTRIQUES AU NIVEAU DE LA MER (1).

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. FROMENT

Agent voyer, au Cheylard (Ardèche).

PROJET D'UN OBSERVATOIRE AU MÉZENC.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. Froment insiste sur l'intérêt que présenterait l'établissement d'un observatoire sur le Mézenc, à une altitude de 1,775 mètres, point qui domine le pays environnant dans toutes les directions et situé entre les vallées de la Loire et du Rhône qui sont parcourues par des courants en sens contraire. M. Froment pense que l'on pourrait prévoir les orages vingt-quatre et même quarante-huit heures d'avance. Il ne croit pas que les difficultés matérielles d'exécution puissent rendre ce travail très coûteux.

(1) Ce travail a paru dans *les Ann. du bureau central météorologique* année 1878, t. Ier C, page 13. (Gauthiers Villars, 1879.)

M. le Dr BORIUS
De Brest.

DÉTERMINATION DE L'ÉTAT HYGROMÉTRIQUE DE L'AIR SUR LE LITTORAL DU FINISTÈRE

COMPARAISON ENTRE LES OBSERVATIONS PSYCHROMÉTRIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE LA MARINE, DANS LA VILLE DE BREST ET CELLES FAITES DANS LA CAMPAGNE DES ENVIRONS.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

En étudiant le climat de Brest (1) nous avons cherché, par des observations thermométriques faites dans les environs de la ville, à déterminer quelle erreur la situation défavorable de l'Observatoire de la marine avait pu produire sur la détermination des températures moyennes ou extrêmes indiquées pour Brest. Nos conclusions ont été celles que, d'après les règles générales trouvées en pareil cas par M. Renou, on devait s'attendre à constater. A l'Observatoire de la marine, les températures observées sont trop hautes, qu'il s'agisse des minima, des maxima, ou des moyennes. La moyenne annuelle de la température est à Brest, au niveau de la mer, de 11°,1. Les observations recueillies par les soins de la marine donnent un résultat plus élevé d'environ un demi-degré, alors qu'on ne tient aucun compte de l'erreur due à l'exposition des instruments sur une tour située au milieu de la ville.

Les erreurs sur les minima et les maxima peuvent être beaucoup plus considérables. Toutes les erreurs sont positives. Elles vont en augmentant à mesure que l'on considère une heure plus avancée de la journée. Elles sont aussi plus fortes dans la saison chaude que dans la saison froide.

Tels sont, en résumé, les résultats auxquels nous sommes arrivé, et que nous avons développés dans un chapitre spécial de notre livre.

Il était intéressant de chercher aussi quelle erreur l'exposition de l'Observatoire de la marine peut produire sur la détermination de l'état hygrométrique de l'atmosphère. Dans ce but nous avons fait à la campagne de Kérisbian, à 3 kilomètres et demi, à l'est de l'observatoire de la marine, un certain nombre d'observations psychrométriques, aux mêmes heures qu'à cet observatoire. Voici d'abord comment étaient recueillies les observations dans les deux localités :

A Kérisbian, nous observions deux thermomètres parfaitement vérifiés, l'un sec, l'autre mouillé. Ce dernier était mouillé en versant dix minutes

(1) *Le climat de Brest, ses rapports avec l'état sanitaire.* Paris, 1879. J.-B. Baillière.

avant l'observation un peu d'eau sur la mousseline dont il était entouré.

Les deux instruments étaient placés sous l'abri Renou-Sainte-Claire Deville dans les conditions décrites dans notre premier travail. A l'Observatoire de la marine, le psychromètre, au lieu de se composer comme le nôtre de deux thermomètres gradués sur verre, parfaitement libres et largement exposés à l'air, était l'instrument en usage à bord de nos vaisseaux. Les deux thermomètres, très rapprochés l'un de l'autre, sont appliqués sur une plaque de buis ; l'un des thermomètres est mouillé par imbibition.

Il n'est pas besoin de dire que les instruments avaient été comparés avec soin dans les deux stations et que les corrections instrumentales étaient soigneusement faites. Nos observations personnelles n'ont pu être malheureusement qu'en nombre restreint. Du mois de mai à la fin de septembre 1877, il a été fait 53 observations simultanées dans les deux établissements. Les observations ont été beaucoup plus nombreuses à certaines heures qu'à d'autres, par suite de circonstances non volontaires.

La différence entre le thermomètre sec et le thermomètre mouillé a été, d'une manière presque constante, plus considérable à la ville qu'à la campagne. Sur 53 observations nous comptons 46 excès de la différence observée en ville sur celle observée à la campagne, six fois seulement l'écart des deux thermomètres a été plus fort à la campagne qu'en ville ; il y a eu égalité une seule fois. Comme M. Renou l'a établi, toutes les causes d'erreur dans l'observation du psychromètre tendent à diminuer la différence entre le thermomètre sec et le thermomètre mouillé. Comme nous pouvons affirmer que les instruments de Kérisbian étaient exposés d'une manière beaucoup plus convenable que ceux de la marine, le mode d'observation tendait donc à accuser plutôt une exagération dans l'état hygrométrique à l'Observatoire de la marine qu'à Kérisbian.

Malgré cela, on voit que, exagéré ou non, l'état hygrométrique déterminé à l'Observatoire de la marine, est presque toujours beaucoup moins prononcé que celui de Kérisbian.

Occupons-nous de préciser autant que possible l'erreur du premier de ces établissements.

L'altitude était à peu près la même dans les deux observatoires. 65 mètres à Kérisbian, 67 mètres à l'Observatoire de la marine. La hauteur était de $1^{m},90$ au-dessus du sol dans le premier cas, de 26 mètres au-dessus du seuil de la tour de l'Observatoire dans le second. L'abri de la marine, sorte de cabane percée à jour, laissait les instruments moins exposés à l'action du vent que l'abri de notre jardin.

Ces considérations préliminaires établies, examinons les résultats

trouvés dans les deux stations, qu'il s'agisse de l'humidité absolue ou de l'humidité relative.

A. — *Humidité absolue.* — Sur 53 observations, nous avons trouvé 29 fois un excès de la tension de la vapeur d'eau à la campagne sur celle observée en ville; 24 fois l'excès a porté au contraire sur la tension de la vapeur observée en ville. Il faut remarquer que la température, dans ces 53 observations, était plus élevée en ville qu'à la campagne 47 fois. Dans ces 47 cas, malgré l'élévation plus considérable de la température de l'air, la quantité absolue de vapeur n'a été supérieure à celle de la campagne que 24 fois, c'est-à-dire dans la moitié des cas seulement. Ceci est une preuve bien évidente de la sécheresse absolue plus considérable des couches d'air, au niveau de la terrasse de l'Observatoire, qu'au voisinage du sol dans la campagne des environs, phénomène conforme à ce que l'on sait de la tension de la vapeur qui est ordinairement plus considérable à la surface du sol que dans les régions plus élevées.

Voici quelles ont été les différences observées en moyenne selon les principales heures du jour.

Comparaison entre les observations simultanées de la tension de la vapeur à Brest et à Kérisbian.

Heures.	Excès de Kérisbian sur Brest. Nombre d'observations.	Excès de Kérisbian sur Brest. Excès moyen.	Excès de Brest sur Kérisbian. Nombre d'observations.	Excès de Brest sur Kérisbian. Excès moyen.
—	—	—	—	—
		mm		mm
9 h. du matin	1	0.19	1	0.04
10 h. du matin	3	0.66	—	—
Midi	3	0.50	3	1.53
2 h. du soir	10	0.94	7	0.98
3 h. du soir	—	—	4	0.83
4 h. du soir	3	1.25	2	0.26
6 h. du soir	3	0.35	2	0.46
8 h. du soir	6	0.69	5	1.46
A une heure quelconque.	29	0.76	24	0.99

Le nombre des observations de chaque heure particulière est trop faible pour que les différences moyennes horaires entre les deux localités présentent une précision suffisante et permettent d'établir l'influence de l'heure sur l'erreur d'observation produite par la situation défectueuse de la station de la marine.

Les moyennes générales prises sans tenir compte de l'heure, ont une plus grande signification. A une heure quelconque, 29 observations donnent un excès de la quantité absolue de vapeur d'eau, attei-

gnant en moyenne $0^{mm}76$ en faveur de la campagne; 24 observations donnent un excès moyen de la quantité absolue de la vapeur d'eau de $0^{mm}99$ en faveur de la ville, mais dans tous ces derniers cas, la température était plus élevée à la ville qu'à la campagne.

L'air contient donc ordinairement plus d'humidité absolue à la campagne qu'à l'observatoire de la ville. Dans les cas où il y a excès de la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère de l'observatoire, c'est toujours parce que la température de la ville est plus élevée que celle de la campagne. Souvent, bien que la température de la ville soit plus haute, la tension y reste plus faible.

La tension de la vapeur variant avec la température, la comparaison de l'état hygrométrique des deux stations ne peut être exactement faite en comparant les quantités de l'humidité absolue accusée par les instruments. Il vaut mieux chercher à comparer la quantité d'eau contenue dans l'air relativement à celle que cet air contiendrait s'il était saturé; chercher quand l'air contient tant pour cent d'eau à l'observatoire de la ville, ce qu'il contient à l'observatoire de la campagne, c'est-à-dire comparer les résultats des observations au point de vue de l'humidité relative.

B. — *Humidité relative.*

Comparaison entre les observations simultanées de l'humidité relative à Brest et à Kérisbian.

Heures	Excès de Kérisbian sur Brest.		Excès de Brest sur Kérisbian.	
	Nombre d'observations.	Excès moyen.	Nombre d'observations.	Excès moyen.
—	—	—	—	—
9 h. du matin...	1	7 centièmes.	1	2 centièmes.
10 h. du matin...	3	8 —	—	— —
Midi.....	4	5 —	2	7 —
2 h. du soir....	15	9 —	1	7 —
3 h. du soir....	3	7 —	—	— —
4 h. du soir....	5	13 —	1	4 —
6 h. du soir....	5	5 —	—	— —
8 h. du soir....	10	8 —	1	1 —
A une h. quelconque	46	8 centièmes.	6	5 centièmes

Sur 53 observations, 46 fois il y a eu excès de l'humidité relative de la campagne sur celle de la ville, et 6 fois seulement le contraire a eu lieu, 1 fois il y a eu égalité. L'influence des heures n'est pas indiquée d'une manière suffisante, sans doute à cause du nombre trop faible d'observations, car cette influence doit exister de même qu'il en existe une très marquée de l'heure sur l'erreur commise à l'observatoire de la marine relativement à la température vraie.

Si l'on confond toutes les observations et si l'on ne tient pas compte des heures, le résultat final donne sur 48 observations un excès de 8 pour 100 d'humidité en faveur de la campagne, et sur 6 observations un excès de 5 pour 100 en faveur de la ville. On peut en conclure que l'humidité déterminée pour Brest à l'observatoire de la marine est beaucoup trop faible.

Nous avons trouvé comme moyenne déduite des 6 observations diurnes pendant dix ans (1) : 79 centièmes pour l'humidité relative de Brest. L'erreur étant en moyenne de 8 centièmes, elle dépasse un dixième de la moyenne hygrométrique trouvée par l'observatoire.

La moyenne des observations de jour ne donnent point les moyennes vraies, c'est-à-dire celles des vingt-quatre heures. Les moyennes ont heureusement une régularité de marche qui permet, à l'aide de la courbe des 6 observations, de compléter la courbe nychthémérale. Les moyennes horaires trouvées permettent de déterminer celles des autres heures, de manière à donner comme moyennes horaires, à l'observatoire, les quantités suivantes :

Minuit	3 h. matin	6 h. matin	9 h. matin	Midi	3 h. soir	6 h. soir	9 h. soir	Minuit
—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	89	87	80	73	74	79	85	89

Ce qui donne comme moyenne annuelle, à l'observatoire, 82 et non pas 79.

Si, d'un autre côté, nous admettons la correction additive de un dixième de la quantité déterminée, comme étant celle nécessaire pour corriger l'erreur due à la mauvaise situation de la station de la marine, nous trouvons que la moyenne actuelle doit être dans la campagne des environs de Brest, à une altitude de 65 mètres et à 2 mètres au-dessus du sol, de 90 centièmes environ.

L'humidité est donc beaucoup plus considérable à Brest qu'à Paris, puisque, au parc Saint-Maur, M. Renou trouvait 79 centièmes pour moyenne annuelle de 1875. Il est même probable que, si au lieu de faire nos comparaisons à une altitude voisine de celle des côtes qui entourent et dominent la rade de Brest, nous les avions faites sur la plage, au bord même de la mer, nous pourrions conclure à une humidité encore plus considérable de l'air sur le littoral de notre Bretagne.

Nous nous bornerons pour le moment à signaler l'utilité du transfert de l'observatoire de la marine dans une situation plus convenable que celle qu'il occupe actuellement.

(1) *Le climat de Brest* (p. 189).

M. A. CROVA

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

SUR LA MESURE DE L'INTENSITÉ CALORIFIQUE ET DE LA TRANSMISSIBILITÉ DES RADIATIONS SOLAIRES DANS LES OBSERVATOIRES MÉTÉOROLOGIQUES.

— Séance du 4 septembre 1879. —

Notre but n'est pas de faire un historique des divers actinomètres, mais d'indiquer seulement une méthode qui permet facilement, même à des observateurs peu expérimentés, de mesurer avec précision l'intensité calorifique des radiations solaires et leur absorption par une couche d'eau d'un centimètre d'épaisseur.

Je fais usage de la méthode dynamique qui consiste, comme on le sait, à observer la marche d'un thermomètre exposé alternativement aux rayons solaires et à l'ombre. Cette méthode offre, pour les stations météorologiques et pour les observations faites en pleine campagne, les avantages suivants :

1° Il n'est pas nécessaire d'attendre que l'instrument ait pris une température stationnaire, ce qui est souvent fort long, mais il suffit qu'il soit à peu près à la température de l'air;

2° Il n'est pas nécessaire de mesurer la température de l'enceinte qui contient le réservoir thermométrique.

J'ajouterai qu'une mesure complète exige moins d'un quart d'heure, cinq minutes quand l'appareil est prêt.

Afin de rendre d'un usage pratique l'instrument qui m'avait servi dans mes premières recherches, j'ai réduit ses dimensions, je l'ai simplifié et rendu très portatif. Il a été construit avec beaucoup de soin par M. Ducretet, 89, rue des Feuillantines, à Paris. En voici la description, figure 63. Cet actinomètre se compose d'un thermomètre à alcool absolu BT*r*, dont le réservoir R, revêtu d'une couche de cuivre galvanoplastique qui recouvre la surface d'une mince couche d'argent déposée chimiquement sur la surface du verre, est recouverte elle-même d'un dépôt électrolytique de noir de platine, dont le pouvoir absorbant est égal à celui du noir de fumée; quelques gouttes de mercure contenues dans le réservoir servent à former à volonté dans le tube des index de mercure qui permettent de mesurer l'augmentation de volume qu'éprouve, sous l'influence de la chaleur solaire, la masse d'alcool contenu dans le réservoir sphérique du thermomètre ; une ampoule cylindrique *r*, adaptée au bout du tube thermométrique T, reçoit l'excédant d'alcool et

les index de mercure successivement repoussés, par la dilatation, de l'alcool, à l'extrémité du tube thermométrique.

Le tube est divisé en parties d'égale capacité; ses divisions sont arbitraires, et la marche corrigée des index est convertie en calories reçues

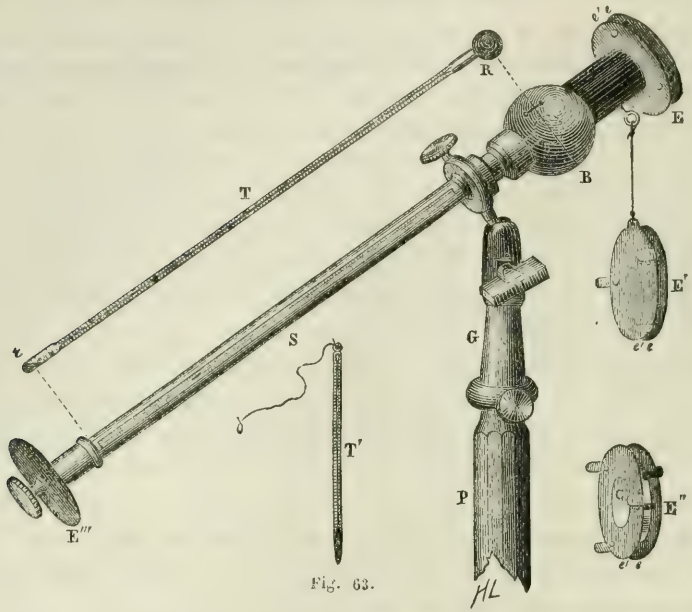


Fig. 63.

par minute, normalement, sur une surface d'un centimètre carré douée d'un pouvoir absorbant égal à l'unité, au moyen d'un coefficient numérique, variable avec chaque instrument et qui est donné avec lui (1).

Le réservoir R est fixé au centre d'une enceinte sphérique B en laiton, noircie intérieurement et nickelée au dehors, composée de deux hémisphères pouvant se séparer ou se réunir par un mouvement à baïonnette.

Les radiations solaires reçues sur l'instrument pénètrent par un orifice circulaire percé dans un double écran en laiton nickelé E, adapté à l'hémisphère mobile de l'enceinte, et qui en est isolé par une monture en caoutchouc durci. Le faisceau ainsi obtenu ayant un diamètre inférieur à celui de la boule thermométrique, la totalité des radiations qui entrent dans l'enceinte est reçue sur le réservoir sphérique de l'actinomètre.

Un double écran en laiton nickelé E', se place sur l'ouverture de l'actinomètre lorsqu'on veut le mettre à l'abri des rayons solaires ; enfin,

(1) Voir pour de plus amples détails sur ce sujet : *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XI, p. 433, ou bien : *Mesure de l'intensité calorifique des radiations solaires, et de leur absorption par l'atmosphère terrestre*. Gauthier-Villars, Paris, 1876.

un écran en laiton noirci E''', fixé normalement à l'extrémité du tube en laiton fendu qui entoure le tube thermométrique, sert à orienter l'instrument dans la direction des rayons solaires ; il suffit pour cela de déplacer légèrement le tube au moyen du bouton fixé au-dessous de l'écran noirci, de manière que l'ombre des écrans nickelés E lui soit concentrique ; l'enceinte sphérique B est alors abritée des rayons solaires par ces écrans dont le diamètre est un peu supérieur au sien.

L'instrument est porté sur un pied à trois branches P, très léger et se repliant de manière à pouvoir servir de canne ; il est enfermé dans un étui très portatif dans lequel se trouvent aussi :

1° Une cuve en glace à faces parallèles E'' que l'on remplit d'eau distillée et qui se monte sur l'orifice de l'actinomètre ; elle est destinée à mesurer l'absorption qu'exerce sur les radiations solaires une couche d'eau d'un centimètre d'épaisseur ;

2° Deux thermomètres fronde T', l'un à réservoir nu, l'autre dont le réservoir est entouré de batiste que l'on mouille d'eau distillée au moment de l'observation, et qui sont destinés à mesurer la température de l'air et son état hygrométrique.

Usage de l'actinomètre. — A l'état de repos, l'instrument enfermé dans son étui, sera suspendu verticalement, le réservoir en bas. Il est bon de marquer sur l'étui la partie qui doit se trouver en haut.

Pour se servir de l'actinomètre, on le monte sur son pied, et l'on s'assure qu'il n'existe pas de bulles d'air dans le réservoir thermométrique ; pour cela on dispose le tube verticalement, le réservoir en bas, on enlève l'hémisphère supérieur de l'enceinte B et l'on chauffe très légèrement la boule en en approchant la flamme d'une bougie ; on chassera ainsi les bulles d'air dans l'ampoule supérieure *r*. Cette opération doit être faite avec beaucoup de précautions ; elle devient inutile si l'instrument est toujours tenu verticalement, la boule en bas. Il ne faut jamais toucher à la surface platinée en noir de la boule. Si elle était altérée, on l'enfumerait avec précaution à la flamme d'une bougie.

Pour observer, on laisse l'instrument à l'ombre, dans la position ci-dessus, jusqu'à ce qu'il ait pris à peu près la température de l'air ; alors on le renverse verticalement la boule en haut, et on l'expose au soleil jusqu'à ce que l'on voie poindre dans le tube l'extrémité d'un index mercuriel ; on adapte alors l'hémisphère supérieur, on renverse l'instrument la boule en bas, et, par une légère secousse on fait retomber dans la boule l'excédant de mercure ; on le relève doucement et on l'oriente de manière à centrer sur le disque E'' l'ombre projetée par le soleil de l'écran E ; on le maintient ainsi centré pendant la durée de l'observation. On recouvre alors l'instrument de l'écran E', et au bout de deux

ou trois minutes, on commence l'observation en lisant sur le tube les positions de l'index de minute en minute, au moyen d'une loupe, les rayons solaires étant alternativement admis ou arrêtés par l'écran E'.

Première lecture, l'écran étant placé sur l'instrument.

Seconde lecture, au bout d'une minute; cette lecture faite, on enlève l'écran.

Troisième lecture, au bout de la seconde minute.

Quatrième lecture, au bout de la troisième minute ; cette lecture faite, on replace l'écran sur l'actinomètre.

Cinquième lecture, au bout de la quatrième minute.

Sixième lecture, au bout de la cinquième minute.

La différence entre la troisième et la quatrième lecture donne l'échauffement C, pendant une minute au soleil.

Les différences entre la première et la deuxième, d'une part, et entre la cinquième et la sixième de l'autre, donnent les échauffements ou les refroidissements r et r', à l'ombre, pendant une durée d'une minute, à des intervalles égaux avant et après l'exposition au soleil.

La marche corrigée est $C + \frac{r + r'}{2}$.

r et r' seront pris avec le signe *plus* s'ils représentent un refroidissement, c'est-à-dire une rétrogradation de l'index, et avec le signe *moins* s'ils représentent un échauffement.

L'observation étant terminée, on enlève l'écran E' pour que la dilatation de l'alcool chasse l'air qui serait contenu dans le tube si l'index avait rétrogradé vers la fin de l'observation. Cela fait, on renverse l'instrument, la boule en bas, et il est prêt pour une seconde observation. On peut ainsi engager successivement plusieurs index dans le tube, à mesure qu'ils tombent dans l'ampoule r, et faire un grand nombre d'observations. En renversant l'instrument et en le laissant refroidir à l'ombre, le mercure repasse de l'ampoule dans le réservoir R.

Si l'observation est faite à midi vrai, on obtiendra immédiatement la hauteur du soleil; dans le cas contraire, l'heure solaire vraie du lieu de l'observation servira à calculer la hauteur du soleil, et au moyen de tables convenables, on en déduira l'épaisseur atmosphérique traversée par les rayons solaires. Si l'on ne veut pas faire ces calculs, il est du moins indispensable de joindre à l'observation actinométrique l'heure du moment de l'observation.

Pour obtenir la transmissibilité des radiations solaires à travers une couche d'eau d'un centimètre d'épaisseur, on remplira la cuve jointe à l'appareil, d'eau distillée purgée d'air par l'ébullition et filtrée à plusieurs reprises sur du papier Berzélius blanc assez épais. On opère exactement comme ci-dessus; il sera plus précis de faire trois déterminations à inter-

valles égaux de temps : l'une de la radiation directe, l'autre de la radiation transmise, enfin une troisième de la radiation directe. La moyenne de la première et de la troisième donne la valeur de la radiation directe au moment de la seconde observation. Divisant la seconde par la moyenne de la première et de la troisième, on aura exactement le coefficient de transmissibilité cherché. Ce coefficient étant un simple rapport, il n'est pas nécessaire de convertir en calories les indications de l'actinomètre.

La conversion de la marche corrigée de l'index en calories se fait en observant simultanément par un beau soleil à midi, et par un temps calme, l'actinomètre à étalonner et un pyrhéliomètre absolu à mercure. On obtient ainsi un coefficient numérique par lequel il faudra multiplier la marche corrigée de l'index, pour obtenir la valeur en unités de chaleur; ce coefficient est donné avec chaque actinomètre. Si, au contraire, on ne veut obtenir que des rapports de radiations, ce coefficient est inutile, et pour un même instrument, l'intensité de la radiation est proportionnelle à la marche corrigée de l'index.

Il est utile de mesurer la température de l'air et son état hygrométrique pendant l'observation. On se servira pour cela des deux thermomètres fronde contenus dans l'étui de l'instrument. L'un d'eux tourné en fronde donne la température de l'air. Le réservoir de l'autre est entouré d'une enveloppe de baptiste qu'on imbibe d'eau distillée; on le fait tourner en fronde jusqu'à ce que, l'enveloppe étant toujours mouillée, la température du thermomètre soit devenue stationnaire. Des températures des thermomètres sec et mouillé, on déduira l'état hygrométrique au moyen des tables psychrométriques. Enfin, il est bon de noter au moment de l'observation, l'état du ciel et la force et la direction du vent.

Il serait à désirer que des mesures précises de l'intensité calorifique des radiations solaires fussent entreprises aussi fréquemment que possible dans les principaux observatoires météorologiques au moyen d'instruments précis et comparables entre eux. Ces déterminations fourniraient des données très utiles sur la constitution de notre atmosphère et notamment sur son pouvoir absorbant. Des mesures très rigoureuses faites avec continuité pendant une longue période dans les observatoires d'astronomie physique, permettraient de dégager probablement de la discussion des résultats obtenus l'influence périodique des taches solaires et des passages d'astéroïdes sur la quantité de chaleur que nous recevons du soleil.

En raison de la haute importance de ces mesures, j'ai pensé qu'il serait utile d'indiquer aux météorologistes un instrument commode et portatif qui permettrait d'aborder immédiatement l'étude de ces questions.

Vœu émis par la Section de Météorologie

Dans sa séance du 8 septembre, la 7e section a émis le vœu suivant :

Considérant qu'un observatoire météorologique sur les Cévennes, au point de séparation du bassin de l'Océan et de la Méditerranée, offre un grand intérêt scientifique et surtout pratique au point de vue de la prévision des orages, des pluies et de la crue des rivières, émet le vœu qu'un observatoire météorologique soit créé sur le mont Aigoual.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

MM. Belgrand et Lemoine. — Observations sur les cours d'eau et la pluie en 1877.

M. F.-A. Forel. — Études diverses sur les seiches du lac Léman.

M. Hoffmeyer. — Distribution de la pression atmosphérique pendant l'hiver, etc.

MM. Lalanne et Lemoine. — Service hydrométrique du bassin de la Seine; observations de 1877. — Les dernières crues de la Seine.

M. Ch. Montigny. — Sur la scintillation de l'étoile principale de γ d'Andromède.

M. Van der Mensbrugghe. — Études sur l'énergie potentielle des surfaces liquides.

3me Groupe.

SCIENCES NATURELLES

8e Section

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

PRÉSIDENT..... M. COTTEAU, Ancien président de la Société géologique de France.
VICE-PRÉSIDENTS..... MM. DE ROUVILLE, Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.
POMEL, Sénateur.
SECRÉTAIRES..... MM. COLLOT, Agrégé à l'École de pharmacie de Montpellier.
LEENHARDT (René) de Montpellier.

M. REYNÈS

Directeur du Musée d'histoire naturelle de Marseille.

LES AMMONITES DU LIAS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879 —

M. DE ROUVILLE présente au nom de la famille de feu P. REYNÈS, ancien directeur du Musée d'histoire naturelle de Marseille, un recueil de planches d'ammonites du lias. C'est une partie de la monographie générale que Reynès avait entreprise et dont les matériaux étaient réunis dans la riche collection qu'il avait rassemblée et qui fait aujourd'hui partie du musée de Marseille. Malheureusement une mort prématurée a interrompu l'œuvre, et le texte descriptif manque à ces planches. Telles qu'elles sont, elles peuvent encore rendre des services aux paléontologistes et aux géologues.

Le président remercie la famille Reynès au nom de l'Association et au sien propre, rappelant qu'il devait aux recherches de Reynès la connaissance de fossiles très intéressants sur lesquels il avait fondé son genre Tetracidaris, dont le type est le Tetracidaris, Reynesi.

M. A. TOUCAS

Capitaine au 12e régiment d'infanterie à Lodève.

NOTICE SUR LE TERRAIN CRÉTACÉ DES CORBIÈRES.

— *Séance du 28 août 1879.* —

INTRODUCTION.

M. Péron a fait paraître dernièrement dans *le Bulletin de la Société géologique de France* (1) une coupe de la montagne des Cornes (Aude), dans laquelle il place les grès à Échinides de d'Archiac sous le deuxième niveau des calcaires à Hippurites cornuvaccinum, et il donne en même temps une série de fossiles qui rappellent bien la faune de la zone à Micraster Matheroni de la Provence, que j'ai signalée pour la première fois en 1872 (2).

Le caractère essentiellement sénonien de cette faune ne m'ayant pas échappé, j'avais attiré l'attention des géologues sur la présence de ces assises à Micraster sous les barres à Rudistes du Beausset et de la Cadière.

Ayant également eu l'occasion de voir à la Sorbonne, dans le cabinet de M. Hébert, des fossiles provenant des Corbières, j'y avais reconnu un bon nombre d'espèces de la zone à Micraster Matheroni du Beausset, et j'en avais conclu que les mêmes assises devaient se trouver à la montagne des Cornes.

Ce fait a été vérifié par M. Péron; je suis heureux de pouvoir constater que mon savant ami est arrivé aux mêmes conclusions que moi. Il est vrai que les géologues qui ont écrit sur les Corbières ne sont pas d'accord sur la place qu'occupent ces grès à Échinides. A en juger par les différentes manières de voir, on pourrait croire que la géologie

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. V, p. 476.
(2) *Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. IX, p. 31.

de cette région présente des difficultés telles qu'il n'est pas possible d'en préciser nettement la succession des assises. M. Péron lui-même trouve que dans une région aussi accidentée, ce n'est qu'à la suite de recherches plus longues et plus minutieuses que celles qu'il a pu faire, qu'il sera permis de se prononcer d'une façon bien affirmative ; cependant, dans ses observations, il n'a rien vu nulle part qui puisse justifier l'existence d'une faille ou d'un renversement.

D'Archiac, Gourdon, Reynès et Leymerie, etc., ont fait paraître des coupes et des descriptions dans lesquelles les failles jouent un grand rôle ; la présence de plusieurs niveaux à Hippurites paraît avoir embarrassé ces géologues. D'Archiac a bien admis dans les Corbières deux niveaux à Hippurites ; mais malheureusement il les confond assez souvent ; c'est ainsi qu'il met au même niveau les Rudistes de la montagne des Cornes et ceux de la métairie de Linas, lorsque ceux-ci appartiennent au premier niveau et ceux-là au deuxième.

Gourdon, qui me paraît avoir étudié plus particulièrement les environs de Bugarach et de Soulage, n'a admis qu'un seul niveau à Hippurites qu'il place sous les calcaires à Échinides, et il explique alors par une faille la présence des bancs à Rudistes au sommet de la montagne des Cornes. Reynès, reconnaissant la faune sénonienne de la zone à Micraster Matheroni, établit une faille dans la coupe de d'Archiac. En présence d'opinions si différentes, il m'était bien difficile de préciser la véritable succession des assises crétacées des Corbières, et, à plus forte raison, d'en établir la comparaison avec celles du bassin crétacé du Beausset ; j'ai donc dû entreprendre une étude détaillée de cette partie du massif des Corbières citée à chaque instant par les auteurs, étude qui m'a permis de fournir de nouveaux arguments en faveur de la proposition que j'avais communiquée en 1876 à M. Péron, et qui avait pour but d'enlever au Turonien les calcaires à Échinides et par suite les dépôts à Rudistes qu'ils supportent. Déjà, dans sa note sur la place des calcaires à Échinides de Rennes-les-Bains, M. Péron a apporté des preuves telles que, si la question n'est pas encore définitivement résolue, elle peut néanmoins être considérée comme très avancée.

Mes nouvelles recherches en Provence et aux Corbières me permettront, je l'espère, de consolider cette idée, que j'établirai ensuite sur de solides arguments, tirés de la comparaison des divers bassins crétacés connus en France et en Allemagne. Pour le moment, je vais essayer dans cette simple notice de résumer les observations que j'ai faites dans le bassin des Corbieres (Aude), et qui seront détaillées dans un mémoire que j'espère pouvoir présenter à la Société géologique de France dans une de ses prochaines séances.

DIVISION DU TERRAIN CRÉTACÉ DES CORBIÈRES EN ÉTAGES ET ASSISES.

Le bassin crétacé des Corbières présente sur tous les points une série d'assises parfaitement distinctes et faciles à reconnaître à leurs nombreux et beaux fossiles. Les localités les plus connues et le plus souvent citées par les auteurs sont: Rennes-les-Bains, Sougraigne, Bugarach et Soulage. Les environs de Rennes-les-Bains et de Sougraigne constituent un bassin crétacé spécial dont la base s'appuie, au nord du hameau de Montferrand, sur le terrain de transition du mont Cardou, et dont les assises supérieures plongent au sud-ouest dans la vallée de la Sals. C'est au centre de ce bassin que se trouve la montagne des Cornes, renommée par ses riches dépôts de Rudistes, dont les bancs plongent sous les gisements non moins connus de Sougraigne et de la Sals.

Le village de Bugarach est bâti au centre même d'un autre bassin crétacé, limité au sud par les calcaires Urgoniens et Oxfordiens de Lauzadel et du pic de Bugarach. Le col de Capéla et les environs de la métairie du Linas sont les deux gisements les plus riches de ce nouveau bassin, identique au précédent et formé par le soulèvement, au sud de la Sals, de toutes les assises crétacées de Rennes-les-Bains. Ce mouvement, qui va de l'est à l'ouest, est dû à une roche éruptive dont l'affleurement est visible en plusieurs endroits, particulièrement sous le col de Capéla, près des sources salées. Ces deux bassins parallèles de Rennes-les-Bains et de Bugarach s'étendent à l'est vers Camps, Cubières et Soulage, en se joignant à partir des sources salées, de façon à ne former plus qu'un seul et même bassin également remarquable par ses richesses paléontologiques.

Une étude minutieuse de toutes les couches de ces divers bassins m'a permis d'établir la succession suivante dans les assises crétacées des Corbières. C'est le résumé des coupes que j'ai relevées sur les points les plus importants de cette région et qui paraîtront dans mon prochain travail.

Premier étage (Urgo-Aptien).

Calcaires à Toucasia Lonsdalei, Ostrea aquila et Orbitolina lenticularis.

Deuxième étage (Gault).

Marnes schisteuses à Ammonites Milletianus.

Troisième étage (Cénomanien).

Sous-étage inférieur Rhotomagien, Coq.	Calcaires à Orbitolina concava.
Sous-étage supérieur Carantonien de Coq.	1° Calcaires à Ostrea flabella. 2° Calcaires à Caprinelles, Caprotines et Requiena carinata. 3° Calcaires à Caprina adversa.

Quatrième étage (Turonien).

Sous-étage inférieur Ligérien, Coq.	1° Calcaires marneux à Terebratelles. 2° Grès à Nérinées.
Sous-étage supérieur Angoumien, Coq.	1° Calcaires à Hippurites cornuvaccinum et hip. Requieni (1er niveau à Hippurites). 2° Calcaires à Sphærulites. 3° Calcaires à Ceratites Fournelı.

Cinquième étage (Sénonien inférieur ; Santonien, Coq).

Sous-étage inférieur.	Grès et calcaires marneux à Micraster Matheroni.
Sous-étage moyen.	1° Calcaires marneux et marnes à Inoceramus digitatus. 2° Calcaires à Hippurites bioculata (2e niveau à hip.). 3° Grès quartzeux à Palæmon dentatus. 4° Calcaires marneux à Hippurites bioculata (3e niveau à hip.).
Sous-étage supérieur.	Grès marneux de Sougraigne et du moulin Tiffou.

Sixième étage (Sénonien supérieur ; Campanien, Coq).

»	1° Grès et sables à Lignites à la base. 2° Grès d'Alet, à la partie supérieure.

Septième étage (Danien).

»	Argiles rouges, avec conglomérats et calcaires blancs intercalés.

DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DES DIVERS ÉTAGES

ET PRINCIPAUX FOSSILES CARACTÉRISTIQUES DES ASSISES.

Premier et deuxième étages. — Les calcaires gris compactes à Toucasia Lonsdalei, qui caractérisent partout l'urgonien de d'Orbigny, se montrent au-dessus des sources salées et sous le col de Capéla, où ils forment la base de tout le bassin de Bugarach ; ils constituent également plus au sud avec les calcaires oxfordiens, auxquels ils sont adossés, le massif du pic de Bugarach et la chaîne qui s'étend de l'est à l'ouest entre le plateau de Saint-Paul et Saint-Louis. Au-delà de cette chaîne de montagnes, la vallée de Caudiès et de Saint-Paul est formée par des marnes schisteuses noirâtres, qui renferment des fossiles caractéristiques du Gault. Ces marnes, disposées en couches verticales, sont adossées aux calcaires Urgo-Aptiens, que j'ai désignés ainsi parce qu'ils renferment comme à la Clape, près de Narbonne, avec la Toucasia Lonsdalei, l'Ostrea aquila et l'Orbitolina lenticularis.

Troisième étage. — Le Cénomanien commence dans tout le bassin avec la zone à Orbitolina-Concava. Cette assise est particulièrement caractérisée sous le col de Capéla, où on peut ramasser de nombreuses

Orbitolines libres ; elle existe également au nord de Rennes-les-Bains vers le massif du mont Cardou.

Les calcaires à Ostrea flabella succèdent régulièrement aux calcaires à Orbitolines, et ils sont eux-mêmes recouverts par une assise d'Ichtyosarcolites (caprinelles, caprotines et requienies).

Les calcaires à Caprina adversa terminent cet étage dans les Corbières comme en Provence et dans la Charente.

Toutes ces assises cénomaniennes sont faciles à reconnaître au-dessus des sources salées et aux environs du col de Capéla ; on les observe encore au nord de Rennes-les-Bains.

Quatrième étage. — Cet étage peut très bien être étudié dans tous ses détails entre le col de Capéla et la métairie du Linas, ainsi qu'entre les sources salées et la route des Capitaines à Camps ; il se compose de cinq assises, caractérisées chacune par une faune toute particulière.

Dans les calcaires à Terebratelles, qui constituent la base de mon quatrième étage, j'ai recueilli de nombreux fossiles, parmi lesquels se trouvent les espèces suivantes de la craie de Touraine :

Ditrupa deforme, Lam.
Pleurotomaria Mailleana, d'Orb.
Ostrea eburnea, Coq.
Ostrea columba, Desh.
Ostrea carinata, Lam.
Terebratula biplicata, Def.
Radioles de Cidaris pseudosceptrifera.
Terebratelles voisines du Ter. Carantonensis, d'Orb.

et une grande quantité de polypiers turoniens, tels que :

Placosmilia Parkinsoni, Edw. et Haime.
Placosmilia arcuata, Edw. et Haime.
Astrocœnia ramosa, Edw. et Haime.
Thamnastrea composita, Edw. et Haime.

C'est bien là le représentant des mêmes assises à Terebratelles de la Charente et de la Touraine, qui correspondent à la zone à Periaster Verneuili et Ammonites nodosoïdes de la Provence.

Les grès jaunes sableux à Nérinées et à Ostrea eburnea qui recouvrent ces calcaires à Terebratelles font encore partie de la craie de Touraine, dont ils représentent les couches supérieures.

Les calcaires à hippurites, qui viennent ensuite, correspondent à la zone à Radiolites cornupastoris de la Provence et de la Charente ; ils renferment :

Hippurites organisans, Mont.
— Toucasi, d'Orb.
— cornuvaccinum, Bronn.
Hippurites Requieni, Math.
Sphærulites Pailleteana, d'Orb.
Plagioptychus Aguilloni, d'Orb.

C'est mon premier niveau à hippurites que j'ai signalé en 1872 dans le bassin du Beausset et en 1875 dans le bassin d'Uchaux.

Des calcaires en plaquette, d'environ 40 millimètres d'épaisseur, suc-

cèdent aux calcaires précédents ; je n'y ai rencontré que quelques petites Ostrea, voisines de l'Ostrea Mornasiensis, qui se trouve au même niveau à Uchaux; ils représentent la zone à Radiolites lumbricalis de la Charente.

On voit très bien sur la route entre les Capitaines et Camps, au-dessus des calcaires en plaquette, des calcaires compactes pétris de Sphærulites Desmouliniana, Sphæ. Ponsiana, Sphæ. Sauvagesi, qui se trouvent donc là au même niveau que les calcaires à Sphærulites Sauvagesi de la Charente.

La zone à Radiolites cornupastoris du Beausset présente cette même succession ; M. Coquand vient également de l'observer aux Martigues. Partout dans le bassin d'Uchaux ces Sphærulites occupent aussi un niveau un peu supérieur à celui des Polypiers et de l'Hippurites Requieni. D'ailleurs d'Orbigny et Scip. Gras citent bien la Sphærulites Sauvagesi dans les environs d'Uchaux et de Sommelongue, associée à la Sphærulites Desmouliniana, niveau bien inférieur à celui des Rudistes de Piolenc.

Ces calcaires à Sphærulites existent donc dans tous les bassins de la Provence, des Corbières et de la Charente, et ils occupent toujours la partie supérieure de la zone à Radiolites cornupastoris ou de mon premier niveau à hippurites, auquel ils sont intimement liés ; car sur quelques points les Sphærulites sont mêlées aux Hippurites, et il serait bien difficile d'en faire non seulement un sous-étage, mais même des assises distinctes.

Cette parallélisation de tous les calcaires à Rudistes de la Charente avec ceux de la zone à Radiolites cornupastoris du midi de la France a une grande importance, parce qu'elle m'a permis de préciser la place qu'occupent les calcaires à Echinides des Corbières, et de fixer par conséquent l'âge de la zone à Micraster Matheroni.

Les couches à Echinides ne recouvrent pas directement ces calcaires à Rudistes dans les Corbières, comme d'ailleurs en Provence et dans la Charente ; elles en sont séparées par une assise de calcaires plus ou moins marneux. Le hameau de Montferrand, la métairie du Linas et les environs de Soulage sont même sur cette assise qui renferme une grande quantité de fossiles dont les plus caractéristiques sont :

Ceratites Fourneli, Desh.
Pterodonta inflata, d'Orb.
Voluta elongata, Sow.
Anatina Royana, d'Orb.
Arca Matheroniana, d'Orb.
Tapes Cenomanensis, d'Orb.
Ostrea eburnea, Coq.
Rhynchonella latissima, Sow.
Cyphosoma Archiaci, Cott.
Hemiaster voisin de l'hem. Gauthieri, Péron.
Periaster Verneuili, Desor.
Placosmilia Parkinsoni, Edw. et Haime.

Cette faune est plutôt turonienne que sénonienne ; mais ces calcaires à Ceratites Fourneli renferment également quelques espèces comme : Janira quadricostata, Ostrea proboscidea et un grand nombre de moules de Natices, Nérinées, Pterodontes et Turritelles que l'on retrouve dans les grès et calcaires à Echinides.

Comme on le voit, cette assise sert d'intermédiaire entre le quatrième et le cinquième étage.

Cinquième étage. — Cet étage commence dans les Corbières par une assise de grès et de calcaires marneux très bien caractérisés par les Echinides suivants :

	Micraster Matheroni, d'Orb.
	Mic. brevis, Desor.
	Holaster integer, Ag.
	Echinocorys vulgaris, Breyn.
Radioles et Test	Cidaris sceptrifera, Mant.
	Id. subvesiculosa, d'Orb.
Radioles	Id. Jouanneti, Des Moul.
	Id. clavigera, Kœnig.
	Id. gibberula, Desor.
	Orthopsis miliaris, Cott.
	Cyphosoma magnificum, Ag.

On y rencontre aussi grand nombre d'autres fossiles, particulièrement :

Nautilus Sowerbyanus, d'Orb.	Inoceramus cripsi ? Mant.
Ammonites tricarinatus, d'Orb.	Spondylus spinosus, Desh.
— Carolinus ? d'Orb.	Ostrea proboscidea, d'Arch.
— Pailleteanus, d'Orb.	Rhynchonella difformis, d'Orb.
— Prosperianus, d'Orb.	Cyclolites discoidea, Blainv.
Isocardia ataxensis, d'Orb.	— elliptica, Lamk.
— Pyrenaica, d'Orb.	Trochosmilia inconstans, Ed. de From.

La plupart de ces espèces sont caractéristiques de la craie de Villedieu et se rencontrent au même niveau dans la Charente et dans les environs du Beausset ; il n'y a donc plus de doute possible sur la parallélisation de la zone à Micraster Matheroni avec la craie de Villedieu ; d'ailleurs la présence de l'Inoceramus digitatus et des Spongiaires au-dessus de cette zone dans le bassin du Beausset prouve bien que la succession de ces assises est la même que celle qui a été indiquée dans le nord par M. Barrois (1) et dans la Westphalie par M. Schlüter (2).

(1) Barrois. *Annales Société géol. du Nord.* Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines, t. V, page 227.

(2) Schlüter. *Verbreitung der Cephalopoden in der oberen Kreider Norddeutschlands.*

Une étude comparative du terrain crétacé supérieur du midi de la France avec celui du nord et des Alpes autrichiennes me permettra de démontrer dans mon prochain travail que la craie de Villedieu commence bien au-dessous des bancs supérieurs, à Hippurites, de la montagne des Cornes et du Beausset, et que par suite ces dépôts à Rudistes, qui constituent le Provencien de Coq, sont simplement intercalés au milieu des assises santoniennes.

Aux Corbières, la zone des calcaires à Echinides est recouverte par une série de marnes et de calcaires marneux peu fossilifères, qui occupent bien la place de la zone à Inoceramus digitatus du Beausset, du nord de la France et de la Westphalie. Je n'ai pas trouvé ce fossile dans les environs de Rennes-les-Bains; mais il est cité par Gourdon dans les couches à Echinides.

Les calcaires à Hippurites (2e niveau) se montrent à la montagne des Cornes comme au Beausset, au-dessus de ces calcaires marneux. Dans le bassin de Bugarach, ils sont généralement remplacés par des grès quartzeux ou des calcaires veinés très compactes et très peu fossilifères. Dans les environs de Camps, de Cubières et de Soulage, on observe la même série qu'à la montagne des Cornes, c'est-à-dire que les calcaires à Echinides s'y montrent entre deux niveaux à Hippurites.

Une assise de grès quartzeux, tantôt friable, tantôt en plaquette, recouvre directement les calcaires à Hippurites, du sommet de la montagne des Cornes, aux environs du lac Barrenc; je n'y ai trouvé qu'un seul fossile voisin du Palæmon dentatus. Ces grès disparaissent au sud-ouest sous un banc de calcaires marneux pétris de Rudistes et de Polypiers, qui constituent mon troisième niveau à Hippurites.

Ce dépôt de Rudistes renferme, comme au Beausset, toutes les espèces du premier niveau, excepté Radiolites cornupastoris, Sphærulites Ponsiana, Sphæ. Pailleteana et Hippurites Requieni, qui restent cantonnées dans la première zone. Les Hippurites suivantes : Hippurites bioculata, Hippurites dilatata, Hippurites canaliculata, qui ont commencé à paraître dans les bancs du deuxième niveau, caractérisent plus particulièrement le troisième niveau, où elles forment de riches dépôts.

Ces trois niveaux à Hippurites existent également dans le bassin du Beausset, où ils présentent à peu près les mêmes caractères.

Les bancs à Rudistes des deuxième et troisième niveaux renferment au Beausset comme aux Corbières un grand nombre d'espèces santoniennes, telles que : Lima ovata, Pholadomya royana, Acteonella crassa, Terebratula Nanclasi, Radiolites fissicostata, Monopleura Arnaudi, Monopleura Marticensis, Ostrea santonensis, Ostrea Merceyi, Pyrina ovulum, Pentacrinus carinatus, Bourgueticrinus ellipticus, Cyphosoma microtuberculatum, Cidaris pseudopistillum, Salenia scutigera, etc.

Dans les Alpes autrichiennes, d'après M. Zittel, la formation crétacée de Gosau comprend également plusieurs niveaux d'Hippurites, au milieu desquels se trouvent plusieurs fossiles santoniens.

Il ne peut donc pas y avoir de doute sur la place des dépôts à Hippurites, surtout sur celle des deuxième et troisième niveaux, qui sont véritablement intercalés au milieu des assises santoniennes. Je suis même disposé à croire que ces Rudistes forment des bancs tout à fait accidentels, et que leur absence n'implique nullement une lacune ou une interruption dans la succession des assises ; j'espère pouvoir le démontrer dans l'étude comparative que j'ai entreprise entre la craie du nord et la craie du midi et des Alpes. D'ailleurs dès aujourd'hui je puis certifier que cette opinion est également celle de MM. Coquand et Zittel, que j'ai eu l'honneur et le plaisir de conduire dernièrement dans les environs du Beausset et de la Cadière. Ces deux savants paléontologues ont été frappés de la netteté des coupes et ont approuvé mes nouvelles idées. Ainsi encouragé par l'autorité de ces deux grands maîtres, je n'ai pas hésité à annoncer dans cette simple notice le résultat de mes nouvelles découvertes basées sur des preuves incontestables.

Les bancs à Rudistes de la montagne des Cornes plongent au sud-ouest et disparaissent sous des grès marneux, qui constituent la cinquième zone de mon cinquième étage. J'ai désigné ces grès sous le nom de grès marneux de Sougraigne et Moulin-Tiffou, à cause des riches gisements qui se trouvent dans les environs de ces deux localités, souvent citées par les auteurs, mais toujours à des niveaux différents.

En descendant du sommet de la montagne des Cornes vers la Sals, on voit très bien que les calcaires à Hippurites sont recouverts par des grès marneux peu fossilifères, dont les bancs se redressent à mesure que l'on s'approche de Sougraigne, et c'est un peu avant d'arriver à ce village que l'on traverse les couches les plus fossilifères.

Les fossiles les plus caractéristiques sont :

Delphinula radiata, Zek.
Turitella sexlineata. Rœm.
Natica bulbiformis, Sow.
Acteonella gigantea, d'Orb.
Rostellaria pyrenaica, d'Orb.
Cerithium hispidum, Zek.
Trochus Sougraignensis, d'Arch.
Crassatella regularis, d'Orb.
Lima ovata, Rœm.
Pholadomya Royana, d'Orb.
Tellina Venei, d'Arch.
Janira quadricostata, Sow.
Cyclolites discoidea, Blainv.

et un grand nombre de Polypiers (Monastrées, surtout du genre Trochosmilia).

Cette faune rappelle bien celle des calcaires marneux, qui dans le bassin du Beausset sont supérieurs aux bancs à Hippurites de la Cadière

et du Castellet; on la retrouve dans les marnes bleues du Moulin Tiffou, près de Rennes-les-Bains, et dans une grande partie des couches qui forment le lit de la Sals, entre Sougraigne et le Moulin Tiffou.

Je ne puis m'expliquer comment des géologues ont pu admettre que les grès marneux de Sougraigne étaient parallèles aux calcaires à Echinides, lorsqu'il est si facile de voir leur superposition au-dessus des bancs à Rudistes, qui sont eux-mêmes supérieurs aux calcaires à Echinides.

Cette succession se vérifie d'ailleurs encore mieux lorsqu'on se dirige de Sougraigne vers les sources de la Sals. Dans ce trajet on coupe la série descendante de ces mêmes assises, qui constituent la montagne des Cornes, et on y aperçoit très bien, par suite du plongement général des couches vers l'Ouest, d'abord les calcaires à hippurites, qui reparaissent sous les grès marneux, et ensuite les calcaires à Echinides, qui présentent là, près de Clamens, un gisement remarquable. En continuant ainsi vers les sources salées, on traverse successivement toutes les assises dont j'ai donné la description.

En résumant les observations précédentes, on voit que mon 5e étage comprend aux Corbières comme au Beausset :

1° Les calcaires à Micraster Matheroni, véritable représentant de la craie de Villedieu ;

2° Les calcaires marneux à Inoceramus digitatus ;

3° Les grès et calcaires marneux à faune Santonienne, au milieu desquels sont intercalés plusieurs bancs de Rudistes ;

4° Les grès marneux de Sougraigne et du Moulin Tiffou, ou les marnes et calcaires marneux du Moutin et du Castellet.

Cet étage a comme correspondant dans la Westphalie :

1° La zone à Epiaster brevis
2° L'Emscher-Mergel
3° L'Unter Senon (part. inf.)
} de M. Schlütter.

Dans le nord de la France :

1° La craie de Vervins,
2° La zone à Micraster cortestudinarium,
3° La zone à Inoceramus involutus, et la craie à Micraster coranguinum,
} de M. Barrois.

Et dans les Alpes autrichiennes :

Toute la formation de Gosau, de M. Zittel.

Mon cinquième étage ayant à la base la craie de Villedieu et à sa partie supérieure la craie à Micraster coranguinum, ne peut évidemment appartenir qu'au sénonien.

Mais comme l'étage de d'Orbigny comprend encore les zones à Belemnitelles il s'en suit que les grès à lignites et les grès d'Alet qui forment mon sixième étage des Corbières se trouvent parallèles à ces zones à Belemnitelles et constituent par conséquent le Sénonien supérieur de d'Orbigny.

Les subdivisions de M. Coquand conviennent bien alors à ces deux parties si différentes du Senonien des Corbières et de la Provence : le Santonien, pour le Sénonien inférieur, et le Campanien, pour le Sénonien supérieur.

Le Santonien comprendra ainsi tout mon cinquième étage, c'est-à-dire :

1° A la base, la craie de Villedieu à Micraster brevis.

2° Au centre, la zone à Inoceramus digitatus et les grès et calcaires marneux renfermant les bancs à Rudistes (deuxième et troisième niveaux à Hippurites).

3° A la partie supérieure, les assises de Sougraigne et du Moutin, parallèles à la craie à Micraster coranguinum.

Sixième étage. — Les grès marneux de Sougraigne et du Moulin Tiffou sont recouverts par une série de bancs de grès et de sables gris, qui constituent la base d'une grande formation gréseuse, désignée par Leymerie sous le nom de grès d'Alet.

Ces grès et sables gris renferment des dépôts de jais, qui ont été exploités sur plusieurs points, particulièrement sur le chemin de Rennes-les-Bains à Sougraigne dans la vallée de la Sals; ils représentent évidemment les dépôts à lignites de la Cadière et du Plan d'Aups, qui se trouvent au même niveau, c'est-à-dire à la partie supérieure du Sénonien ou dans le Campanien de M. Coquand.

Septième étage. — Des argiles rouges succèdent aux grès d'Alet sur la rive gauche de la Sals dans les environs de Rennes-les-Bains, et forment la plus grande partie des hauteurs situées entre ce village et Couiza. Des bancs de conglomérats et de calcaires gris très compactes sont intercalés au milieu de ces argiles, qui appartiennent à la formation garumienne de Leymerie.

Ces assises, supérieures au Sénonien, doivent être classées dans le Danien; elles sont couronnées dans les environs de Couiza par des marnes et des calcaires nummulitiques très fossilifères.

M. le Docteur Victor LEMOINE
Docteur ès sciences, Professeur à l'école de médecine de Reims.

SUR LES OSSEMENTS FOSSILES DES TERRAINS TERTIAIRES INFÉRIEURS DES ENVIRONS DE REIMS.

— Séance du 29 août 1879. —

S'il est une question qui passionne actuellement le monde scientifique, c'est celle de l'origine des espèces.

Le problème à résoudre présente même un tel intérêt que l'esprit, impatient d'arriver à une solution immédiate, se soumet difficilement à la véritable méthode scientifique, c'est-à-dire à l'observation longue, attentive et impartiale des faits.

Les faits à observer pour la solution du problème qui nous occupe, peuvent être empruntés, soit au monde organisé actuel, soit aux faunes et aux flores éteintes, et la paléontologie promet à ce point de vue de prêter un bien précieux concours.

D'éminents naturalistes ont déjà commencé à coordonner les observations relatives soit à la paléontologie végétale, soit à la paléontologie animale.

Mon rôle infiniment plus modeste aujourd'hui serait d'apporter quelques matériaux nouveaux pour la solution du problème.

Les faits dont j'ai à vous entretenir résultent de dix années de recherches. Ils ont pour objet une des plus anciennes faunes connues, celle de l'Eocène inférieur, c'est-à-dire des premières couches tertiaires du bassin de Paris.

La pauvreté de cette faune contrastait jusqu'ici avec la richesse des âges suivants, les mammifères se réduisaient à trois ou quatre, mais leur ancienneté, en même temps que l'étrangeté de leurs formes, présentaient déjà un réel intérêt.

J'ai pu réunir actuellement une quarantaine de mammifères, correspondant aux divers groupes des Carnassiers, des Insectivores, des Rongeurs, des Pachydermes. Les types d'oiseaux nouveaux seraient au nombre de cinq, quelques-uns de grande taille et se rapprochant sous certains rapports des reptiles.

Les reptiles appartiennent à tous les groupes actuels, tortues, crocodiles, lacertiens, serpents. Quelques-uns représentent des types intermédiaires actuellement éteints. Certaines de ces pièces osseuses par leur complication rappellent les oiseaux.

Les poissons, d'autre part, les plus répandus à cette époque, se rapprochent singulièrement des reptiles.

Le total de ces types nouveaux dépassant la centaine, je ne puis que vous en tracer une esquisse bien rapide.

Les considérations zoologiques relatives aux mammifères de cette époque sont des plus étranges, et l'étude minutieuse de leurs débris conduit à l'impossibilité de rattacher ces types éteints aux types actuels.

Ce qui prédomine avant tout dans ces formes zoologiques, c'est le caractère mixte, et le degré de complexité paraît d'autant plus considérable que l'animal est plus ancien.

Ainsi les carnassiers actuellement si nets, si distincts, sont à cette époque des types complexes tenant des carnassiers, des pachydermes, avec quelques caractères lémuriens et marsupiaux. Leurs longues mâchoires, la forme si anormale de leurs dents, les faibles dimensions de leur boîte cranienne, et par suite de leur cerveau, en font une classe différente de tout ce que nous connaissons actuellement, et l'expression de Créodontes, déjà employée en Amérique, me paraît pouvoir être appliquée à cet ensemble.

Malgré l'étrangeté de formes de ce groupe zoologique, on y trouve déjà les divisions physiologiques actuelles. Nous avons des Créodontes omnivores comme les Ursidés, des Créodontes essentiellement carnassiers comme les Félidés, les Hyènes ; enfin des types intermédiaires comme les Canidés, les Viverridés actuels.

Dans le premier groupe nous plaçons le genre Arctocyon déjà signalé par de Blainville et dont nous avons pu compléter l'étude. — Voyez la singulière conformation du système dentaire, qui rappelle à la fois les Ursidés et les Porcins, notamment l'Entelodon.

La forme du crâne, l'inclinaison de l'angle de la mâchoire, les perforations de l'extrémité inférieure de l'humérus rapprochent ce type carnassier du groupe des marsupiaux ; ses vertèbres caudales ne sont pas sans analogie avec celles des lémuriens.

Nos deux espèces rémoises (*A. Gervaisii*, *A. Dueilii*), paraissent différer de l'Arctocyon primœvus (De Blainv).

Dans le groupe le plus carnassier, nous rangerons le nouveau genre rémois Hyœnodictis, que nous avons ainsi appelé parce que ses molaires semblent tenir à la fois de celles de l'Hyœnodon et du Palœonictis.

Les prémolaires, par leur double pointe recourbée, rappellent les mêmes dents des genres Oxyœna, Pterodon, Palœonictis. Les arrière-molaires sont armées d'un fort talon recourbé qui rappelle le talon de la carnassière des genres Felis, Machairodus, Pseudœlurus, Hyœna, Hyœnictis, Hyœnodon, mais la colline antérieure, à deux pointes étroi-

tement accolées, forme un caractère tout spécial — l'astragale réunit les caractères du même os chez les carnassiers et les lémuriens. — Parallèlement aux canidés et aux viverridés actuels, nous placerons comme type rémois le *Proviverra Palæonictides*, que nous appelons ainsi à cause de l'analogie de forme de sa dernière molaire avec celle du Palœonictis.

Le fémur, le calcaneum, l'astragale semblent réunir les caractères du même os chez les carnassiers et les pachydermes.

Vient maintenant une longue série de petits mammifères qui paraissent tout à fait caractéristiques de l'époque.

Fait bien remarquable, les os des membres recueillis jusqu'ici semblent indiquer la conformation des animaux grimpeurs ; et peut-être la nature éminemment marécageuse du sol de cette époque, la multiplicité des cours d'eau et des terrains inondés, auraient-elle rendu fort dangereuse, sinon impossible, une station constamment terrestre pour ces petits animaux, qui trouvaient un refuge sur les arbres voisins.

Un éminent paléontologiste a déjà fait remarquer comment les grosses espèces de pachydermes pouvaient, grâce à leurs larges pattes destinées à soutenir leur corps pesant, ne pas enfoncer dans la vase des marécages et traverser à la nage les cours d'eau.

Quoi qu'il en soit, ces habitudes grimpeuses des petites espèces tendent à leur donner l'aspect des lémuriens actuels, notamment de ceux de Madagascar. — Quelques détails dentaires les en rapprochent également, mais d'autres les en éloignent, notamment le redressement de la canine inférieure et le cachet éminemment Hyracotherium imprimé à leurs molaires supérieures, cachet qui semble, du reste, caractéristique de la faune mammalogique de cette époque. Le caractère commun aux molaires de ces divers animaux, c'est la présence d'une cupule qui remplace la colline postérieure normale des pachydermes. — Quant aux denticules dentaires proprement dits, rien n'est plus variable que leur disposition, ils semblent indiquer, les uns un régime nettement carnassier, d'autres un régime nettement frugivore, d'autres un régime mixte.

Le plus grand nombre de ces petits animaux semble avoir été insectivore. De là certaines analogies avec les insectivores et quelques pachydermes actuels. Nous retrouvons également chez quelques-uns d'entre eux des caractères marsupiaux. L'expression de Mésodontes, déjà employée en Amérique, semble bonne pour caractériser ce groupe.

Le nombre des types qu'on peut y rattacher est déjà assez considérable.

Pour la faune rémoise, nous signalerons le genre *Protoadapis* (Nob.) caractérisé par ses deux paires de petites incisives, ses canines saillantes, ses arrière-molaires formées d'un promontoire antérieur tricus-

pidé, assez différent de la colline oblique des Adapis, et une cupule postérieure. Elles sont au nombre de trois. Il y a trois, parfois quatre prémolaires, mais dans ce cas, la première est gemmiforme et extrêmement petite.

Protoadapis Copei (Nob)..
— *Crassicuspidens* (Nob.).
— *Recticuspidens* (Nob.).
— *Curvicuspidens* (Nob.).

Le genre Plesiadapis, créé par M. Gervais sur deux fragments de maxillaire inférieur que nous lui avions communiqués, est bien remarquable par sa paire unique de grandes incisives, qui nous offre dans ses diverses espèces, les transitions de formes les plus intéressantes depuis la disposition tricuspidée jusqu'au type unicuspidé mince et aigu.

Les molaires inférieures sont cupuliformes, les molaires supérieures rappellent celles des Lémuriens. La forme générale du maxillaire inférieur et des molaires offre beaucoup d'analogie dans les genres Protoadapis et Plesiadapis, mais l'absence des canines et le développement de la paire unique d'incisives chez le Plesiadapis semblent nécessiter, au moins pour le moment, l'établissement de deux genres. Des découvertes ultérieures démontreront-elles qu'il s'agit là de deux formes successives de dentition chez les mêmes animaux?

Plesiadapis Tricuspidens (Gervais).
— *Chevillonii* (Nob).
— *Daubrei* (Nob.).

Nous rattachons provisoirement aux genres américains Miacis (Cope) et Diacodon (Cope) ces fragments de maxillaire dont les molaires présentent des cupules entourées de dentelures.

Miacis Sp.
Diacodon Pomelii (Nob.).

Ces singulières molaires à promontoire antérieur festonné et à cupule arrondie ayant un bord tranchant rappellent le genre Opisthotomus (Cope).

O. Munieri (Nob.).

Cette molaire unique à mamelons multiples et surbaissés aurait de l'analogie avec les mêmes dents du genre Phenacodus (Cope).

Ces derniers noms génériques sont empruntés à la faune nouvellement découverte par M. Cope dans le Nouveau-Mexique. Effectivement, les terrains éocènes des environs de Reims et du Nouveau-Mexique, semblent être actuellement, parmi les couches de la même époque, celles qui se ressemblent le plus au point de vue de la faune.

Des rapprochements de même ordre entre l'Amérique et la France ont été faits au point de vue de la flore par M. de Saporta.

Parmi les os des membres attribuables au groupe des Mésodontes, signalons ces humérus à double perforation susépitrochléenne et olécranienne, ces cubitus remarquables par la brièveté de leur olécrane, ces radius dont la tête arrondie indique la possibilité des mouvements étendus de pronation et de supination, ces fémurs à trois trochanters, ces tibias à crête saillante.

Voici un astragale bien remarquable par sa forme très allongée, et sa poulie superficielle qui rappelle, mais avec exagération, la conformation du même os chez les Lémuriens. Les métatarsiens sont allongés : les phalanges longues, recourbées à arêtes latérales ; les phalangines indiquent le redressement possible des phalangettes. Voici une phalangette singulièrement aplatie et élargie vers son extrémité libre et qui, par suite, forme un type réellement intermédiaire entre les Onguiculés et les Ongulés.

Nous arrivons maintenant à la description de deux types qui paraissent devoir rentrer dans le groupe américain des Tœniodontes.

Si nos rapprochements sont exacts, ces singuliers mammifères sembleraient tenir à la fois des Mésodontes dont nous venons de parler, des Rongeurs et des Édentés actuels.

Nous avons en effet trouvé en même temps des molaires rappelant à la fois le protoadapis et l'écureuil, des incisives de rongeur et de singulières phalanges à nœuds résultant de la soudure des phalanges et des phalangines. — Parmi les mammifères actuels, le paresseux du groupe des édentés, est le seul à offrir ce genre de soudure. Notons que les molaires et les os des membres recueillis en Amérique offriraient également une certaine analogie avec les mêmes pièces osseuses du groupe des édentés.

Les pachydermes de cette époque sont nombreux, et quelques-uns semblent offrir une réelle affinité avec les mésodontes qui seraient ainsi reliés aux pachydermes proprement dits.

Les pachydermes à doigts pairs sont représentés par les genres Lophiodochœrus et Dichobune.

Le genre Lophiodochœrus (Nob). serait caractérisé par ses trois arrière-molaires inférieures à quatre pointes surbaissées réunies par une ligne diagonale. La dernière arrière-molaire présente un talon très détaché.

Ce cubitus et ce calcanéum sont bien caractéristiques du groupe des pachydermes à doigts pairs.

— *Lophiodochœrus Peroni* (Nob.).

— Deux autres espèces, l'une plus grande, l'autre beaucoup plus petite, sont indiquées par des molaires détachées.

Au genre Dichobune (Cuvier), nous croyons devoir rapporter ces mâchoires caractérisées par trois arrière-molaires à quatre denticules nettement isolés les uns des autres; les quatre prémolaires sont tranchantes et la première, par suite de son développement, est réellement caniniforme.

Cet astragale, ce métatarsien et cette phalange sont bien caractéristiques.

Dichobune Owenii (Nob.).

D. Campichii? (Pictet).

Les pachydermes à doigts impairs sont plus nombreux.

Le genre Pleuraspidotherium (Nob.) serait caractérisé par ses arrière-molaires à pointes inclinées en dehors, — caractère qui ne se retrouve plus maintenant que chez le Koala, — les denticules externes contournées en croissant rappellent le groupe éteint des Paleotherium, mais le talon de la dernière molaire est nul ou rudimentaire.

Le fémur à trois trochanters est bien caractéristique.

Pleuraspidotherium Aumonieri (Nob.).

— *Delessei* (Nob.).

Les pachydermes dont nous allons maintenant nous occuper ont de l'analogie avec le daman actuel de Syrie, avec les genres éteints Lophiotherium (Gervais), Pachynolophus (Pomel) du bassin de Paris, et Hyracotherium (Owen) de l'argile de Londres et des terrains suessoniens du Nouveau-Mexique. Nous les rattachons à ce dernier genre auquel ils ressemblent le plus, tout en en différant sous certains rapports.

Leurs canines sont longues et recourbées; la première des quatre prémolaires est isolée par une double barre, — les trois arrière-molaires sont intermédiaires comme forme entre le Paleotherium et le Lophiodon. Nous avons pu également réunir la série des dents supérieures et une partie des os de la face et du crâne, notamment cet os frontal dont la partie antérieure relevée semble indiquer un nez mobile comme chez le tapir.

Voici d'autre part une grande partie des os du tronc et la presque totalité des os des membres.

Hyracotherium Gaudryi (Nob.).

— *Maldani* (Nob.).

Le genre Orotherium est tout voisin. On le reconnaît aux quatre denticules également développés de ses prémolaires inférieures.

Les deux genres suivants représentent des types de transition.

Ainsi l'Hyracotherhyus (Nob.) est plus porcin que l'Hyracotherium, qu'il relie au Dichobune.

Le Lophiotherium proximum (Nob.) forme passage au Lophiodon, qu'il relie à l'Hyracotherium.

Nous arrivons au genre Lophiodon (Cuvier) dont nous avons pu compléter l'étude ostéologique, et qui relie manifestement les deux genres actuels des tapirs et des rhinocéros.

Les espèces de Lophiodon que nous avons rencontrées aux environs de Reims sont :

Le *Lophiodon giganteum* (Cuvier),

Le *Lophiodon Heberti* (Nob.) qui se rapproche le plus du rhinocéros,

Le *Lophiodon parisiense* (Gervais),

Le *Lophiodon remense* (Nob.) dont voici une grande partie de la tête, des os des membres et du tronc.

D'autres débris semblent indiquer deux types plus petits.

Le genre Coryphodon (Owen) a été également retrouvé à peu de distance de Reims par M. le marquis de Raincourt.

Tous les mammifères dont je viens de vous entretenir appartiennent au groupe des mammifères terrestres. Les mammifères marins sont, en effet, considérés comme de date bien postérieure. Voici néanmoins une molaire d'Halitherium qui aurait été recueillie dans le calcaire grossier de nos environs. Permettez-moi en même temps de vous présenter les dessins relatifs à des espèces du même genre recueillies dans les faluns de la Touraine par M. de Boury.

Les dessins rassemblés dans ce carton contiennent les études histologiques des dents des divers mammifères dont je viens de vous parler.

Les types ornithologiques dont j'ai pu recueillir des débris dans l'Éocène inférieur des environs de Reims paraissent au nombre de cinq. Ils rappellent surtout les palmipèdes et les échassiers actuels, mais avec des caractères tout spéciaux.

Le plus considérable semble pouvoir être rapporté au genre Gastornis, mais il diffère incontestablement du Gastornis parisiensis ; il semble avoir été à la fois un peu plus petit et moins massif. C'est le Gastornis Edwardsii (Nob.), représenté par le fémur, le tibia, le tarso-métatarsien et une vertèbre cervicale à forme plus surbaissée que dans le type ornithologique habituel. Les os des membres indiquent des affinités avec les Coureurs, les Échassiers et surtout les Palmipèdes, mais avec des caractères tout spéciaux.

Un deuxième type représenté par une portion d'humérus et un fragment de vertèbre en différait peu comme volume : il se rapprochait davantage des Échassiers.

Le troisième type auquel appartiennent une extrémité de mandibule inférieure, un fragment d'humérus et de tarso-métatarsien se rappro-

cherait davantage du genre Gastornis, mais ses dimensions sont sensiblement moindres que celles du Gastornis Édwardsii.

Ce quatrième type représenté par des os de l'aile paraît avoir été bon voilier, d'où son nom d'*Eupterornis Remensis* (Nob.).

Le cinquième type enfin, le plus petit de tous, rappellerait les Palmipèdes totipalmes ou longipennes.

Dans la classe des reptiles, les tortues abondent. La présences des tortues terrestres et marines est encore douteuse, mais les tortues de marais et de fleuves sont fort nombreuses. Nous y avons constaté les genres *Emys, Dermatemys, Platemys*. Ce dernier groupe, bien caractérisé par ses pièces intergulaires et son bassin soudé au plastron, est actuellement confiné dans l'hémisphère austral.

Voici plusieurs Emydes reconstituées :

Les trionyx (*trionyx, apholidemys*) sont de plusieurs espèces et atteignent parfois de grandes dimensions.

Voici un nouveau type de tortue rappelant à la fois les trionyx par l'état granuleux de sa carapace et les Emydes par des plaques marginales et la conformation de son plastron.

Les crocodiliens appartiennent aux genres caïman et crocodile. Le genre caïman est ici bien caractérisé par la réception de ses dents inférieures dans le maxillaire supérieur. — Les os des membres ont des extrémités articulaires relativement complexes. — Les plaques cutanées offrent un rebord qui leur permettait de glisser les unes sur les autres. On sait que ce genre de conformation est tout à fait exceptionnel chez les crocodiliens actuels.

Les crocodiles proprement dits étaient nombreux et quelques-uns de grande taille. L'un d'entre eux, par la longueur de la symphyse du maxillaire inférieur, formait passage au genre gavial. Un autre, par l'inclinaison presque horizontale de ses dents rappelait certains crocodiliens secondaires.

Les reptiles dont nous allons maintenant nous occuper appartiennent aux sauriens proprement dits. — Les uns ont des vertèbres concavo-convexes et se rattachent, par suite, aux Néosauriens actuellement si abondants dans les pays chauds.

Les autres caractérisés par leurs vertèbres biconcaves ou biplanes appartiendraient aux Geckotiens, groupe actuellement limité aux Geckos, et qui à l'époque secondaire a été représenté par des familles fort nombreuses et également remarquables par leur étrange organisation et leurs grandes dimensions. Aussi la présence de reptiles de ce groupe est-elle particulièrement intéressante dans la série des terrains tertiaires.

Ce nouveau genre est le Simœdosaure. Nous avons pu reconstituer le squelette à peu près complet.

Ses vertèbres biplanes à arc neural non soudé rappellent des types reptiliens relativement inférieurs. La forme de son crâne, l'insertion pleurodonte de ses dents, son os quadrate non soudé indiquent des affinités avec les Lacertiens. Les os des membres tiennent à la fois des Crocodiliens et des Lacertiens, et semblent en rapport avec des habitudes aquatiques.

Les Néosauriens de la même époque appartiennent à quatre types. L'un rappelerait le genre Varan. Nous croyons pouvoir lui rapporter ces vertèbres concavo-convexes, cette extrémité inférieure d'humérus caractérisée par son canal latéral, ce fémur, enfin cette extrémité postérieure de maxillaire inférieur à apophyse coronoïde développée, et ces dents à la fois aplaties, recourbées et crénelées, analogues à celles du Crocodilus Rollinati.

Voici trois types qui rappellent les Lacertiens par leurs dents à insertion pleurodonte. Chez le troisième, les denticules libres en haut tendent à se confondre en bas, de telle façon que la dent simple inférieurement paraît se bifurquer dans sa moitié supérieure.

Les serpents de cette même époque semblent avoir atteint 3 à 4 mètres; ils ne paraissent pas avoir été venimeux.

Les Batraciens rappellent le genre Buffo.

Les Poissons de l'éocène inférieur des environs de Reims appartiennent aux ordres des Téléostéens ou poissons osseux ordinaires, des Ganoïdes et des Chondroptérygiens.

Les Téléostéens paraissent se rattacher aux groupes des Percoïdes, des Halecoïdes. des Pycnodontes et des Sparoïdes.

Les Sparoïdes caractérisés par leurs dents en pavés étaient plus nombreux; nous en rapprocherons le Myledaphus jusqu'ici exclusivement américain.

Les Ganoïdes seraient représentés par les Phyllodus, les Lepidostés et les Amiadés.

Les Lepidostés par leurs vertèbres concavo-convexes et la forme de leurs dents rappellent à coup sûr beaucoup les reptiles; ils abondent dans nos environs; quelques espèces étaient relativement grandes.

Le genre Amia caractérise également nos terrains.

La forme aplatie de ses vertèbres est bien spéciale.

Les Chondroptérygiens ont des représentants de la famille des Chimères, des Squalides (Hemipristis, Galeocerdo, Oxyrhina, Otodus, Lamna, Odontapis) et des Myliobatides (Œtobates, Myliobates).

Dans ces derniers genres, certaines espèces ont pu être caractérisées à la fois par leurs plaques dentaires, leur aiguillon caudal et leurs boucles cutanées.

Ces mêmes terrains nous ont également fourni des formes nouvelles

de mollusques, des fragments d'insectes, des cypris, des foraminifères et de nombreuses empreintes végétales, algues, conferves, champignons inférieurs, characées, Jungermanes du groupe des Riccia, mousses, prêles, fougères, conifères et nombreux dicotylédonées (tiges, feuilles, fruits, graines), beaucoup de ces fragments de plantes sont conservés en nature et par suite susceptibles d'études histologiques.

Peut-être peut-on espérer que cette série de recherches encore continuée permettra de concevoir une idée d'ensemble du règne organique de l'Éocène inférieur époque intéressante entre toutes, puisqu'elle paraît avoir été le point de départ d'une nouvelle série de faunes, dont les types se sont rapprochés de plus en plus de nos types zoologiques modernes.

L'étude approfondie de ces faunes successives permettra sans aucun doute de mieux comprendre et de mieux grouper l'ensemble des animaux actuels, et la paléontologie déjà si attrayante par les découvertes et les aperçus nouveaux qu'elle promet à ceux qui la cultivent pourra ainsi contribuer à l'avancement des sciences zoologiques.

DISCUSSION.

M. Pomel a recueilli des dents de laphiodon dans la couche à térédines près de Sézane. Il ajoute quelques considérations sur l'ensemble de la faune reconstituée par M. Lemoine. La plupart des mammifères diffèrent des placentaires actuels par des caractères qui les rapprochent des Marsupiaux sans que cependant ils aient tous les caractères essentiels de ces derniers; en outre, ils semblent constituer une série parallèle, en sorte qu'il y a lieu de penser que si ces animaux fossiles des premiers temps tertiaires étaient connus autrement que par leurs ossements on pourrait y trouver un type particulier venant s'intercaler entre les deux autres.

M. COLLOT

Agrégé à l'Ecole de pharmacie de Montpellier.

CAILLOUX RAYÉS DE L'ÉOCÈNE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879 —

M. Collot présente des cailloux calcaires profondément rayés par des graviers siliceux. Ces cailloux proviennent du conglomérat littoral de l'ancien lac tertiaire des Gypses d'Aix en Provence et forment, mêlés à des marnes, des amas mal stratifiés, apports des torrents de la rive. Quand le tassement

de ces matériaux incohérents s'est opéré lentement, sous la charge considérable des parties supérieures, les cailloux ont pénétré les uns entre les autres comme des coins, et les mêmes fragments anguleux des silex du lias, qui se trouvaient interposés, ont produit des raies longues et profondes. On les trouve d'ailleurs encore quelquefois enchâssés à l'extrémité du sillon qu'ils ont creusé.

M. Émile RIVIÈRE

DE QUELQUES HYPEROSTOSES DE POISSONS TROUVÉES DANS LES GROTTES QUATERNAIRES DE MENTON EN ITALIE.

— Séance du 30 août 1879. —

Dans un mémoire publié par Paul Gervais dans *le Journal de Zoologie* et intitulé : *de l'Hyperostose chez l'homme et chez les animaux*, le savant professeur d'anatomie comparée du Muséum d'histoire naturelle de Paris a, le premier, parlé avec quelques détails de cette production anomale, de cette production anatomo-pathologique chez les poissons.

Après avoir passé en revue l'homme et les différents vertébrés, il s'exprime ainsi :

La notion des hyperostoses chez les poissons présente d'autant plus d'intérêt qu'on les rencontre avec des formes diverses dans les animaux de cette classe, appartenant à des groupes très éloignés les uns des autres, et qu'ils peuvent affecter des parties très différentes du squelette osseux : le crâne, les vertèbres avec leurs neurapophyses et leurs hémapophyses, ainsi que les rayons des nageoires paires et ceux des nageoires impaires.

Il s'en rencontre des exemples à l'état fossile aussi bien que dans la nature actuelle, et, dans ce cas surtout, lorsqu'on les trouve isolés du reste du squelette, il est bien difficile aux paléontologistes et même aux anatomistes de profession de déterminer exactement la nature des pièces hyperostosées, lorsqu'elles sont détachées du reste de l'animal; ce qui arrive habituellement (1).

Si, parmi les innombrables ossements d'animaux trouvés dans les grottes de Menton, pour la plupart débris de cuisine ou restes de la nourriture de l'homme, analogues aux Kjiœkkenmœddigs du Danemark, il en est quelques-uns qui appartiennent à des poissons — une cinquantaine à peine — il est extrêmement curieux que six d'entre ces

(1) Paul Gervais. *Journal de zoologie*, t. IV, pages 272 à 284 et 445 à 465. — Paris, 1875.

derniers soient des hyperostoses, celles que j'ai l'honneur de présenter à la section et sur lesquelles je voudrais attirer son attention.

On comprend difficilement que des peuplades vivant dans des grottes situées au bord même de la Méditerranée n'aient pour ainsi dire presque jamais pêché de poissons de mer, si l'on en juge du moins d'après ce que j'ai trouvé dans leurs foyers d'habitation, tandis qu'ils ramassaient en quantités énormes les coquillages marins, notamment des troches, des patelles et des pétoncles.

La pêche leur était-elle donc à peu près inconnue?

Cependant « la connaissance des poissons, comme le dit Cuvier (1), née de l'habitude de s'en nourrir a dû être l'une des premières qu'acquirent les hommes; car il n'est point d'aliment que la nature leur offre en plus grande abondance et dont ils puissent s'emparer avec moins de peine : aussi voyons-nous que les peuples les plus sauvages et ceux qui sont relégués sur les plages les plus stériles sont ceux qui vivent le plus entièrement de poisson. C'est la nature même qui les contraint à ce genre de vie : elle ne leur fournit point d'autres ressources (2).

Leur outillage, leurs engins étaient-ils insuffisants? ou bien encore ces hommes n'osaient-ils se hasarder sur la mer. Mais à défaut d'une navigation au large, dont les moyens leur étaient peut-être inconnus, ils avaient à leurs pieds mêmes et à une faible profondeur les roches sous-marines, sur lesquelles ils trouvaient à ramasser tant de coquillages différents, et au milieu desquelles les poissons devaient être en nombre aussi considérable que de nos jours.

Eh bien actuellement ces mêmes rochers sont constamment couverts de pêcheurs des environs, dont la ligne amène chaque jour, sans parler des loubines ou loups-de-mer (3), nombre de rascasses (4) et de girelles (5). Ces poissons, qui vivent en troupe parmi les roches madréporiques, ne le cèdent en rien par leur beauté aux plus jolies espèces des mers tropicales, et les reflets chatoyants de leurs écailles, facilement entrevues sous les eaux transparentes de la Méditerranée, devaient certainement attirer les regards d'une population préhistorique, chez qui la passion des couleurs les plus vives et les plus variées s'est si nettement accusée dans le choix des matériaux de son industrie primitive.

A quelle cause faut-il donc rattacher cette rareté des os de poissons méditerranéens, quand par contre le poisson d'eau douce, sur une cin-

(1) Cuvier et Valenciennes. *Histoire naturelle des Poissons*, t. Ier, page 4. — Paris, 1830.

(2) Dans les grottes de Menton le cas n'est pas tout à fait le même, car la région fournissait à leurs habitants un gibier des plus abondants en ruminants du genre *Cervus* et du genre *Capra*, sans parler d'autres animaux également nombreux, comme le *Sus* par exemple.

(3) Le *Labrax lupus* de Pallas ou *Chirus* de Steller, de la famille des Percoïdes.

(4) Ou petite Scorpène brune, *Scorpæna porcus* de Linné.

(5) Le *Julis vulgaris* de Cuvier.

quantaine de pièces, en compte à lui seul plus de quarante, représentées par des vertèbres et par quelques mâchoires, c'est ce qu'il me paraît actuellement difficile de pouvoir expliquer.

Toujours est-il qu'il reste seulement comme débris de poissons provenant de la Méditerranée à peine dix ossements (1), parmi lesquels se trouvent six pièces anatomo-pathologiques. Ce sont celles que j'ai déposées sur le bureau, et auxquelles j'ajoute, comme point de comparaison, une hyperostose appartenant aux collections du laboratoire d'anatomie comparée du Muséum, et que M. le professeur Pouchet a bien voulu me confier.

Ces six hyperostoses m'avaient paru, au premier abord, par leur défaut de symétrie, s'être développées dans les parois du crâne d'un poisson tel qu'un sciénoïde, dont on connaît la structure caverneuse qui, seule avec une autre partie du squelette, permet un développement anomal aussi considérable que celui des pièces représentées ci-dessous de grandeur naturelle, figures 64 et 65.

Fig. 64.

Fig. 65.

Mais, sachant aussi que ces anomalies ne sont pas extrêmement rares sur un autre point, chez ces mêmes sciénoïdes, notamment chez les Corvines (2), où elles occupent de préférence, soit les espaces interépineux, soit les rayons des nageoires tant ventrales qu'anales et dorsales, j'ai repoussé ma première hypothèse.

J'ai rejeté aussi pour la même cause les *Umbrina* ou Ombrines, poissons dont la taille ne paraît pas d'assez grande dimension pour le volume de mes hyperostoses de Menton.

Quant au *Lepidopus*, dont Paul Gervais a figuré quelques hyperostoses « développées sur la partie interne des rayons de la dorsale » il ne saurait non plus être admis ici, ses renflements « en forme de boules irrégulières », que nous avons comparés au laboratoire d'anatomie

(1) L'un d'eux, déterminé par M. le docteur Sauvage et par M. le docteur Moreau, a été considéré comme une mâchoire de *Labre*, peut-être le *Labrax lupus* ou *Loubine* dont j'ai parlé plus haut.

(2) Je citerai à ce propos les quatre Corvines rapportées de Saïgon au Muséum de Paris par M. le Dr Jullien, dont trois qui appartiennent au laboratoire d'ichthyologie, présentent plusieurs hyperostoses allongées en forme de gousse au niveau de la dernière épine dorsale, de la deuxième anale et de l'épine ventrale. — Dans la *Corvina clavigera* du Sénégal, Günther dit que la seconde épine dorsale peut accidentellement être hyperostosée.

comparée avec nos hyperostoses, n'étant pas beaucoup plus gros que des noyaux de cerises.

Les deux seules pièces que nous ayons vues au Muséum de Paris avec lesquelles l'une de nos hyperostoses — la plus volumineuse — présente le plus de ressemblance par sa forme et par ses dimensions, bien que la nôtre soit un peu plus petite, appartiendrait l'une à l'*Ephippus gigas*, le Cavalier géant, l'autre au *Chœtodon arthriticus* ; cette dernière se serait développée, d'après Paul Gervais, sur un rayon de l'une de ses nageoires impaires, sans qu'il puisse indiquer s'il s'agit là de la dorsale ou de l'anale. Mais l'origine même du *Chœtodon arthriticus* — il provient de Pondichéry d'où il a été rapporté au Muséum par Leschenault, — nous force à le rejeter également.

Quant à l'*Ephippus gigas* — je donne ici (fig. 66) le dessin de son

Fig. 66.

rayon de nageoire anale hyperostosé — ces hyperostoses, généralement « formées par la soudure des premiers rayons interépineux de l'anale » sont connues depuis plus de deux cents ans; elles ont été indiquées et décrites par un certain nombre d'auteurs, parmi lesquels quelques-uns les ont attribuées à tort au *Chœtodon*.

Mais ici encore nous ne trouvons qu'une ressemblance assez éloignée, surtout comme forme plus ramassée que chez le Maigre et aussi comme volume; de plus la pièce est plus symétrique dans les hyperostoses des poissons des grottes de Menton.

C'est ainsi que, par exclusion, et après avoir passé en revue, grâce à l'obligeance de M. le professeur Pouchet qui a bien voulu me communiquer toutes les pièces ou productions osseuses anomales de poissons — espèces fossiles et vivantes — appartenant aux collections de son laboratoire, grâce aussi à mon savant collègue de la Société géologique, M. le Dr Sauvage, aide-naturaliste au Muséum de Paris, qui a bien voulu m'aider de ses savants conseils, je suis arrivé peu à peu aux poissons du genre Maigre, de la famille des Sciénoïdes, qui vivent dans la Méditerranée, c'est-à-dire le Maigre, le Corb et l'Ombrine.

Le *Maigre* (1) — *Sciœna aquila* (Risso) — le plus connu des sciénoïdes d'Europe, est à peu près exclusivement méditerranéen, et pour ainsi dire originaire des côtes d'Afrique, et ce n'est que par exception qu'on le rencontre dans l'Océan (2).

A Gênes, on lui a donné le nom de *fegaro* ; à Nice, celui de *figou* ; à Rome, on l'appelle encore *umbrina* comme au XVIe siècle. Risso, dans son *Ichthyologie de Nice* le nomme *Persèque vanloo* dans sa première édition (3) et *Sciœna aquila* dans la seconde.

Par sa grande taille qui atteint quelquefois 1^m,50 de longueur, mais dont la moyenne à l'âge adulte dépasse 1 mètre, le Maigre nous a paru le seul des sciénoïdes qui puisse présenter des hyperostoses du volume de celles que j'ai recueillies à Menton.

Un savant ichthyologiste auquel je les ai montrées, désirant aussi prendre son avis, M. le docteur Moreau, tout en étant porté à accepter ma détermination, pense que cette hémapophyse hyperostosée — je parle de la pièce représentée figure 64 — avec sa coulisse ou sillon pour l'interépineux de l'anale, pourrait également bien provenir de quelqu'une de ces grandes Dorades de la Méditerranée, qui atteignent jusqu'à un mètre de longueur, ou bien encore d'un Pagre.

Quoi qu'il en soit, et pour en revenir à la *Sciène*, j'ajouterai que ce poisson était très connu et très estimé des Anciens, et comme le rapportent Cuvier et Valenciennes (4), les auteurs grecs et latins en parlent fréquemment les premiers sous les noms de σκίαινα, σκιαινὶς et σκιαδεὶς, les seconds, comme Pline, par exemple, sous ceux de *sciadeus* et *sciœna* d'autres enfin l'appellent *umbra* ou *ombres*.

Si je passe maintenant à la description des six pièces osseuses que je viens de présenter aux membres de la section, je dirai que la pièce principale, par sa conservation et par ses dimensions, est presque entière, qu'elle présente la forme olivaire, allongée, irrégulière, terminée à l'une des extrémités par un prolongement pointu, aplati sur les deux faces, l'autre étant brisée. Elle mesure, telle qu'elle est, 0^m,046 de longueur et un peu plus de deux centimètres d'épaisseur; l'une de ses faces, déprimée, aplatie, présente une petite coulisse large de trois millimètres pour l'interépineux de l'anale, coulisse dont l'un des bords est surmonté d'une crête saillante de plus de quatre millimètres. Ce renflement, osseux est composé d'un tissu spongieux recouvert d'une lame très mince de tissu compacte.

(1) Poisson acanthoptérygien de l'ordre des Cténoïdes.
(2) Quelques-uns furent pris par des pêcheurs de Dieppe qui lui donnèrent le non d'*Aigle*.
(3) A. Risso. — *Ichthyologie de Nice ou Histoire naturelle des poissons du département des Alpes-Maritimes*, 1re édition, Paris, 1810, p. 298. — 2e édition, p. 414.
(4) *Loc. cit.*

Les cinq autres pièces, d'un volume un peu moindre, n'offrent aucun caractère particulier ; l'une d'elles seulement est d'un noir d'ébène, tant intérieurement qu'extérieurement, par suite de l'action du feu auquel elle fut autrefois soumise, soit par la cuisson de l'animal duquel elle provenait, soit qu'elle eût été rejetée ou qu'elle soit accidentellement tombée dans les foyers de l'homme primitif.

M. le Dr F. POMMEROL

De Gerzat (Puy-de-Dôme).

LE MOUFLON QUATERNAIRE.

— Séance du 30 août 1879. —

I. — Géologie.

Il a été découvert l'an dernier, dans une sablière située au sommet de la colline de Pont-du-Château (Puy-de-Dôme), une tête fossile du plus grand intérêt pour l'histoire de la faune quaternaire de cette contrée. Elle se trouve au musée de Clermont-Ferrand, et grâce à l'extrême obligeance du directeur, M. Lamotte, nous avons pu la faire photographier et l'étudier à loisir.

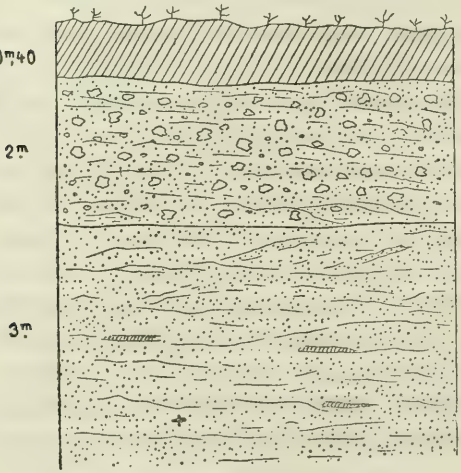


Fig. 67. — Sablière du Pont-du-Château. Coupe verticale.

La sablière a une profondeur de 5m,40. Elle présente en allant de haut en bas trois couches distinctes :

1° Couche de terre végétale. Hauteur, 0m,40 ;

2° Couche de graviers. Galets gros comme le poing. Sable grisâtre mêlé aux graviers ou disposé en lits horizontaux intercalés aux lits de graviers. Hauteur, 2 mètres ;

3° Couche de sable d'un gris jaunâtre, formée de petits lits obliques, ondulés, enchevêtrés, et quelquefois horizontaux ; quelques petites traînées de sable noir manganifère, hauteur, 3 mètres. C'est dans la partie

inférieure de cette couche, à 5 mètres environ de profondeur que la tête fossile a été rencontrée.

Les éléments qui composent ces sables et ces graviers appartiennent tous aux roches de la contrée. Ce sont des roches cristallines, éruptives ou sédimentaires. Ces dépôts sont d'origine fluviatile et ont été formés par l'Allier, à la période quaternaire. Ils sont très puissants, — ils ont, paraît-il, en certains endroits, jusqu'à 20 mètres d'épaisseur.

Pour se faire une idée exacte de l'âge de ces alluvions, il est nécessaire de donner la coupe géologique de la vallée d'Allier, près de Pont-du-Château.

En examinant cette coupe, nous trouvons qu'il existe trois niveaux

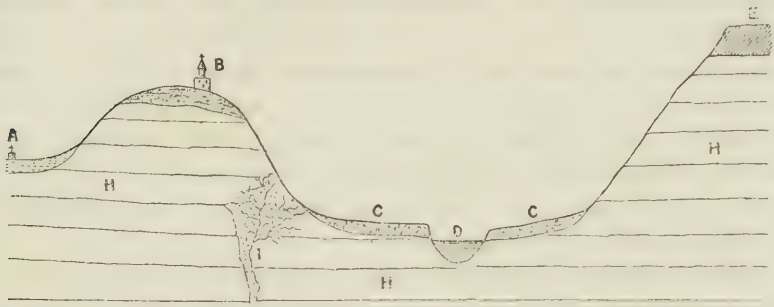


Fig. 68. — Coupe N.-S. de la vallée de l'Allier entre Pont-du-Château et le Puy-de-Mür.

A. — Village de Cormède ; 312 mètres d'altitude ; plaine alluviale de la Limagne ; sables fins ; limons marneux, tourbeux ; ancien lac ou marais ; même niveau géologique que la plaine de Sarliève qui appartient à l'âge du Renne.
B. — Colline du Pont-du-Château ; 360 mètres d'altitude ; sommet recouvert de puissantes alluvions fluviatiles.
C. — Alluvions inférieures ; terre végétale ; sables et graviers.
D. — Niveau de l'Allier actuelle ; 309 mètres d'altitude.
E. — Basalte du Puy-de-Mür ; 601 mètres d'altitude.
H. — Calcaire marneux, lacustre, miocène, en couches horizontales.
I. — Point d'éruption de matières bitumineuses injectées dans les couches précédentes.

bien distincts d'alluvions. Le niveau moyen de Cormède est le même que celui de Sarliève que nous savons être de l'âge du Renne (1). Le niveau supérieur de la colline de Pont-du-Château appartient certainement aux hauts niveaux, alors que vivait la faune de l'*Elephas meridionalis* et de l'*Arctomys marmota*. Le niveau inférieur doit être rapporté à la fin de la période quaternaire, peut-être même à l'âge de la *Pierre polie*.

La tête fossile que nous allons décrire appartient à la faune des hauts niveaux, aux premiers temps de la période quaternaire. L'Allier coulait alors dans un lit très large, à 50 mètres plus haut qu'aujourd'hui ; les glaciers occupaient les grandes vallées des montagnes et les rivières,

(1) *Association française pour l'avancement des sciences. Compte rendu de la 5e session.* Clermont-Ferrand, 1876, p. 564 et suiv.

au moment de la fusion des glaces, couvraient et inondaient de vastes étendues de terrain.

II. — Ostéologie.

La tête osseuse découverte dans la sablière de Pont-du-Château n'est pas complète. Il lui manque les maxillaires inférieurs et la branche interne des intermaxillaires fracturée et entraînée par le courant, avant que la tête ne fût recouverte par l'alluvion. L'ouvrier qui l'a trouvée, a porté un coup de pioche sur un des côtés de la face. Il en est résulté la fracture des deux maxillaires supérieurs au point d'insertion des vraies molaires qui ont été détachées entièrement de leurs alvéoles. La voûte palatine et la partie inférieure orbitaire droite ont été détruites de la même manière. Les autres parties de la face et du crâne sont intactes et dans un bon état de conservation. Placée sur un plan horizontal, la région inférieure de la tête repose sur la lame verticale de l'ethmoïde et sur les deux condyles occipitaux. C'est dans cette position que les différentes vues photographiques ont été prises.

Dans la description que nous allons donner, nous considérerons séparément la face et le crâne.

Face (Pl. III, fig. 1, 2, 4 et 5). — Nous avons dit que les intermaxillaires étaient incomplets. Il ne reste que la branche externe ou montante qui s'articule au maxillaire par une synarthrose remarquable, à la partie supérieure, par ses nombreuses dentelures (Pl. III, fig. 4 et 5).

La cavité orbitaire est véritablement arrondie, et son diamètre mesure 60 centimètres. Elle regarde en dehors et se trouve située immédiatement au-dessous du lieu d'insertion de la cheville osseuse. Le rebord orbitaire fait une saillie très prononcée, égale à deux centimètres (Pl. III, fig. 1 et 2).

Les deux os du nez forment par leur juxtaposition un triangle isocèle de 14 centimètres de haut et de 11 centimètres de large, dimensions qui prouvent que l'animal avait un mufle très large et très gros (Pl. III, fig. 1).

Le chanfrein, c'est-à-dire la ligne médio-nasale, est convexe, busqué, comme chez le mouton domestique. A la région naso-palpébrale, absence complète de sinus ou de larmiers (Pl. III, fig. 2).

Des deux maxillaires supérieurs, un seul a conservé des dents, c'est le maxillaire gauche, qui présente encore en place les trois fausses molaires. Les cavités alvéolaires des fausses molaires droites sont complètement obstruées, preuve que ces dents étaient déjà tombées avant la mort de l'animal (Pl. III, fig. 4 et 5).

Le coup de pioche avait détaché de la mâchoire supérieure, six grosses dents, parmi lesquelles il est facile de reconnaître trois vraies mo-

laires supérieures gauches et trois vraies molaires supérieures droites. La première vraie molaire s'adapte exactement à la portion d'alvéole qu'on observe sur le maxillaire supérieur gauche, en arrière de la troisième fausse molaire — ce qui prouve que la série dentaire supérieure se composait de six dents : trois fausses et trois vraies molaires (Pl. III, fig. 6 et 7).

Les fausses molaires sont très usées et disposées en gradins. La première ne présente plus, à la surface triturante le croissant d'émail que possèdent les deux autres. Ce croissant est formé de deux lames d'émail minces et parallèles ; il a sa convexité tournée en dedans, — il présente cette particularité que l'extrémité antérieure du croissant est seule recourbée, tandis que l'extrémité postérieure est presque rectiligne (fig. 69).

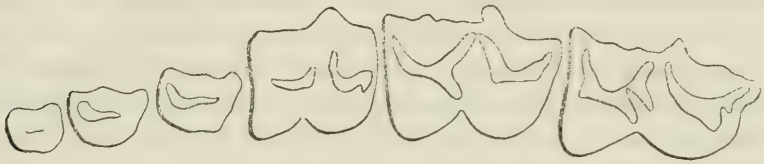


Fig. 69. — Face inférieure de la série dentaire supérieure des vraies et fausses molaires gauches (grandeur naturelle).

Les fausses molaires sont prismatiques, quadrangulaires. Les faces, antérieure et postérieure sont planes. Cependant la face antérieure de la première est arrondie et présente un petit repli ou colonnette verticale. La face interne est cylindrique et se trouve sur le même plan que la face interne de la dent voisine pour former le plan interne de l'arcade dentaire. La face externe de la première fausse molaire est généralement plane. La même face de la seconde fausse molaire porte antérieurement deux petites colonnettes séparées par un sillon. Une troisième colonnette existe au bord postérieur de cette face. Elle est séparée de la colonnette précédente par un espace légèrement concave, se rétrécissant à mesure qu'il se rapproche de la racine dentaire. La face externe de la troisième fausse molaire présente en avant et en arrière deux colonnettes verticales séparées comme précédemment par un espace légèrement concave.

Les fausses molaires sont implantées obliquement de bas en haut et d'arrière en avant. Leurs dimensions sont les suivantes :

	1re f. mol.	2e f. mol.	3e f. mol.
Hauteur.....	0,011	0,013	0,015
Diam. antér. post..	0,009	0,010	0,011
Diam. transversal...	0,009	0,010	0,011

Ces dimensions démontrent que ces dents sont disposées en gradins,

que leur section horizontale est carrée, et qu'elles augmentent progressivement de volume de la première à la troisième.

Chaque vraie molaire peut être considérée comme une double fausse molaire. Aussi distingue-t-on deux croissants à la face triturante et deux demi-cylindres à la face interne. Ces demi-cylindres sont indépendants, isolés; il n'existe pas entre eux de colonnettes comme sur les dents des bovidés. La face externe présente aux bords antérieur et postérieur une colonnette. Une troisième colonnette, parallèle à la colonnette antérieure divise cette face en deux parties inégales. En avant et près de la colonnette postérieure, on en observe une quatrième moins prononcée que les autres et séparée de sa voisine par un léger sillon (Pl. III, fig. 6 et 7).

La face triturante de la dent présente deux replis d'émail, et chaque repli est disposé en double croissant. Le croissant externe, est concave en dehors et convexe en dedans. Le croissant interne au lieu d'être régulier comme le précédent, présente des inflexions, des sinuosités très prononcées, comme les molaires d'Equus ou d'Antilope. Cette disposition très marquée à la dernière molaire se voit aussi sur les autres vraies molaires (fig. 69).

La face postérieure de la dernière vraie molaire présente une forte colonnette qui donne à cette face une forme prismatique, triangulaire. Les faces postérieure et antérieure des autres dents sont généralement planes et ne présentent rien de remarquable.

Les vraies molaires sont très usées, moins cependant que les fausses. Leurs dimensions sont les suivantes :

	1re v. mol.	2e v. mol.	3e v. mol.
Hauteur.....	0,017	0,025	0,035
Diam. antér. post..	0,019	0,023	0,025
Diamètre transv....	0,015	0,015	0,015

Ces dimensions prouvent que l'épaisseur de l'arcade dentaire est partout la même dans la région des vraies molaires et que ces dents augmentent de volume de la première à la dernière.

Crâne. — Le crâne est volumineux. Le diamètre occipito-frontal, mesuré du bord antérieur du trou occipital à la région frontale supérieure est de 22 centimètres. Le diamètre transverse ou sus-orbitaire est de 19 centimètres. La longueur de la courbe qui part du sommet du front entre les chevilles osseuses et va à l'extrémité des os du nez est de 24 centimètres. La région frontale, presque plane entre les orbites, est bombée entre les chevilles osseuses. La suture bi-frontale est très compliquée (Pl. III, fig. 1). La région occipitale présente des lignes courbes, circulaires, fortement accusées. Les éminences et les dépressions de cette

région prouvent que les muscles cervicaux étaient très forts et très solidement insérés (Pl. III, fig. 3).

Le trou vertébral elliptique, est surmonté latéralement de deux gros condyles occipitaux. Son diamètre antéro-postérieur est de 2 centimètres et son diamètre transverse de 3 centimètres.

Une des particularités du crâne les plus intéressantes à étudier, ce sont les prolongements frontaux ou chevilles osseuses. Elles nous donneront, comme les dents, des caractères de la plus haute importance pour la détermination de ce fossile.

Ces prolongements osseux s'insèrent immédiatement au-dessus de l'orbite, et occupent presque entièrement les faces externe et supérieure du crâne. D'abord dirigés en haut, puis en arrière et en dehors, ils décrivent ainsi une demi-spire. Leurs bases sont très rapprochées : elles ne sont distantes que de 5 centimètres, tandis que les extrémités supérieures sont écartées l'une de l'autre de 48 centimètres (Pl. III, fig. 2).

La section de la base nous montre qu'en cet endroit, la cheville osseuse est arrondie en avant et en dehors, allongée et rétrécie postérieurement, aplatie et comprimée en dedans. La section du sommet est différente, elle est généralement triangulaire. Elle est très aplatie en dedans et en avant, un peu arrondie en dehors, et très comprimée en arrière. La section prise entre la base et le sommet présente des caractères intermédiaires, c'est-à-dire qu'en ce point la cheville est moins ovale qu'à la base et moins triangulaire qu'au sommet (fig. 70).

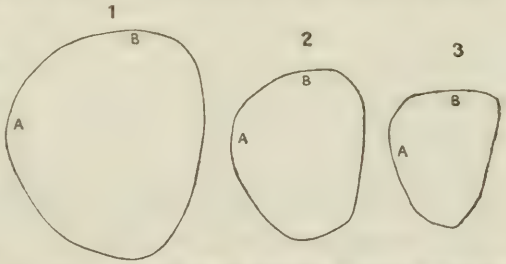


Fig. 70. — Section de la cheville osseuse gauche du mouflon quaternaire au 1/4. — 1. Section de la base A face externe, B face antérieure. — 2. Section de la partie moyenne. — 3. Section du sommet.

La circonférence des chevilles mesurée à la base est de 38 centimètres, et de 18 centimètres, mesurée au sommet. Elles mesurent en longueur 25 centimètres, bien qu'elles soient fracturées au sommet. Enfin, elles sont creusées intérieurement de larges vacuoles ou sinus, comme les chevilles osseuses des Bœufs.

III. — Détermination du genre et de l'espèce.

Nous venons de voir que la tête qui fait le sujet de cette étude possède à chaque maxillaire supérieur six molaires dont la surface triturante présente des croissants à concavité tournée en dehors. Le front est muni de prolongements osseux, celluleux, destinés à supporter des

étuis cornés. Ces caractères classent notre fossile dans l'ordre des Ruminants et dans la section des Cavicornes.

Les chevilles osseuses sont celluleuses et ne s'insèrent pas à l'extrémité d'une crête fronto-occipitale. Les molaires sont dépourvues de colonnettes à la face interne. Cette tête appartient donc à une espèce de la famille des Oviens.

Cette famille ne comprend que les deux genres, Ovis et Capra. Le genre Capra a le chanfrein concave, les chevilles osseuses falciformes, c'est-à-dire dirigées en haut et en arrière, dans le même plan. Le genre Ovis a le chanfrein droit et le plus souvent convexe, et les cornes disposées en spirale. La tête en question est donc du genre Ovis.

Le genre Ovis comprend deux sous-genres : les Moutons et les Mouflons. Les premiers ont les chevilles osseuses très écartées à la base, pleines supérieurement et celluleuses inférieurement. Les seconds ont des chevilles entièrement celluleuses et très rapprochées à la base. Le fossile que nous étudions ayant les chevilles entièrement celluleuses et très rapprochées à la base appartient donc au sous-genre des mouflons.

Les mouflons qui vivent actuellement sont :

1° Le mouflon d'Europe (*Ovis aries fera*, Lin.) que l'on rencontre sur les montagnes de la Corse et de la Sardaigne, sur les montagnes occidentales de la Turquie d'Europe, dans l'île de Chypre et peut-être encore dans quelques autres îles de l'archipel grec. Son pelage est d'un brun fauve et sa taille un peu supérieure à celle du mouton domestique. Le chanfrein est légèrement bosqué, les cornes prismatiques, arrondies en avant et en dehors, aplaties en dedans et en arrière. Leur disposition est plutôt en forme de croissant que de spire. Les croissants de l'émail dentaire sont simples comme chez le mouton domestique.

Ajoutons que le mouflon de Perse n'est qu'une variété peu différente du mouflon d'Europe ;

2° Le mouflon d'Afrique ou mouflon à manchettes (*Ovis tragelaphus*. Cuv.) a le chanfrein droit et le pelage fauve. Les cornes sont médiocres et dirigées comme celles du mouflon d'Europe. Il a la taille de ce dernier, est très fort et très agile, et bêle comme une chèvre ;

3° Le mouflon d'Amérique (*O. montana*. Et. Geof.) a le chanfrein droit, les cornes longues et spiroïdes, la base des chevilles osseuses arrondie en avant et en dedans, aplatie en dehors, les croissants de l'émail dentaire sont légèrement ondulés, sinueux ;

4° Le mouflon d'Asie ou Argali (*O. ammon*, Lin.) a le chanfrein droit et les croissants dentaires simples comme le mouton domestique. Les cornes sont très grosses, très longues, spiroïdes et très aplaties extérieurement ;

5° Le mouflon de l'Himalaya (*O. nahoor*, Hogd.) a la taille du mouton domestique, le chanfrein est légèrement convexe, les cornes en croissant peu recourbé. Son pelage est d'un gris cendré; il a la taille du mouton domestique.

Il existe au Muséum de Paris plusieurs squelettes du mouflon d'Europe et plusieurs crânes de mouflons d'Amérique et d'Asie. Les mouflons d'Afrique et de l'Himalaya y sont vivants. C'est en étudiant ces divers spécimens que nous avons fait les observations précédentes.

Le mouflon qui a été découvert dans les alluvions quaternaires de la Limagne se rapproche du mouflon d'Europe et du mouflon de l'Himalaya par son chanfrein busqué, mais il s'en écarte par la complication de son émail dentaire, par sa taille deux fois plus grande, par la forme et la disposition de ses cornes.

Il se distingue de l'argali, en ce que ce dernier a le chanfrein droit, l'émail dentaire simple, les cornes triangulaires (fig. 71-1) et les os du nez rectangulaires. Sa taille est supérieure à celle de l'argali, le plus grand mouflon aujourd'hui connu.

Le mouflon d'Afrique a le chanfrein droit et les cornes non disposées en spirale. Il ne ressemble pas absolument au mouflon de la Limagne.

Le mouflon d'Amérique a, comme notre mouflon, les os du nez triangulaires et l'émail dentaire sinueux, mais les sinuosités sont moins prononcées et les chevilles osseuses sont aplaties en dehors, au lieu d'être aplaties en dedans (fig. 71 — 2 et 3). De plus, le chanfrein est droit, et la taille du mouflon d'Amérique est d'un quart inférieure à celle de notre mouflon quaternaire.

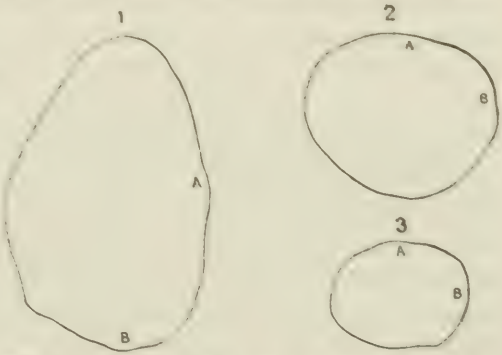


Fig. 71. — 1. Section de la base d'une corne gauche d'Argali au 1/4. A face externe, B face antérieure. — 2 et 3. Section de la cheville osseuse gauche du mouflon d'Amérique au 1/4. — 2. Section de la base A face externe, B face antérieure. — 3. Section de la partie moyenne.

En résumé, le mouflon de la Limagne a des analogies véritables en même temps que des différences bien tranchées avec tous les mouflons qui vivent actuellement.

L'examen des dents et des autres parties de la tête montre que ce mouflon avait une taille d'un quart environ supérieure à celle de l'argali et du mouflon d'Amérique, et double de celle des plus grands moutons domestiques. Son pelage, comme celui de la plupart des mouflons actuels, devait être fauve, court, épais, capable de résister aux grands

froids. Il devait vivre dans le voisinage des glaciers, et sa présence en Limagne, à l'époque quaternaire, démontre qu'il existait alors un climat très rigoureux.

Les mouflons sont robustes et agiles. Ils aiment à grimper sur les roches escarpées et sont beaucoup plus intelligents que notre mouton commun que la domestication a presque réduit à l'abrutissement. Aussi les sutures crâniennes du mouflon d'Amérique sont-elles très sinueuses et très compliquées, tandis que celles du mouton domestique sont simples et droites.

L'émail dentaire, chez notre fossile, est à replis plus compliqués que chez les mouflons modernes. Chez ces derniers, la dernière molaire présente à la face postérieure une colonnette aplatie, très appréciable comme dans le genre Capra, — et la première vraie molaire est la plus volumineuse des dents. Chez le mouflon d'Auvergne, la première vraie molaire est petite, comparée aux deux autres, et la colonnette postérieure de la dernière molaire est à peine marquée.

Les cornes de ce mouflon devaient être très grandes, ovales, arrondies à la base, triangulaires au sommet et annelées sur toute leur longueur.

Le mouflon que nous venons de décrire n'est pas l'*ovis primæva* signalé par P. Gervais (1), Pomel (2) et Pictet (3), parce que, au dire de ces paléontologistes, l'*ovis primæva* connu seulement par une corne trouvée dans la caverne de Saint-Julien-d'Écosse, près Alais, et par quelques fragments découverts dans la caverne de Châtelperron et dans la brèche de Coudes, appartient au sous-genre des moutons et non à celui des mouflons. M. Courtiller a aussi trouvé le mouflon fossile dans le département de Maine-et-Loire (4), mais nous ne connaissons point de cette espèce une description suffisante, pour savoir si ce mouflon est comparable au mouflon de la Limagne. Nous nous croyons donc fondés à faire de ce dernier une espèce distincte, tant à cause des caractères anatomiques de son crâne que de sa place dans la série des temps géologiques. Nous proposons de l'appeler le Mouflon antique (*Ovis antiqua*).

Il existe un parallélisme frappant entre la faune actuelle et la faune quaternaire. Les genres sont les mêmes, mais les espèces sont différentes. Chaque espèce quaternaire a son représentant moderne, mais ce représentant, de taille relativement petite, semble dégénéré. Ainsi, le mammouth, le bœuf primitif, le cerf d'Irlande, l'ours des cavernes, le lion

(1) P. Gervais. — *Zool. et Pal. franç.*, p. 128.
— *Recherches sur l'anc. de l'Hom.* Paris, 1867. — Note de la page 100.
(2) Pomel. — *Catal. des vertéb. foss.* Paris, 1854, p. 113.
(3) Pictet. — *Traité de Paléontologie.* Paris, 1853, t. 1er, p. 362.
(4) P. Gervais. — *Anc. de l'Hom.* loc. cit.

des cavernes sont d'une taille bien plus grande que l'éléphant, le bœuf, le cerf, l'ours et le lion de notre époque. On n'avait pas encore signalé d'une manière précise le type quaternaire du genre Ovis. Nous venons combler cette lacune et prouver que le mouflon quaternaire de la Limagne est, par rapport aux mouflons actuels, ce que les autres espèces quaternaires sont par rapport aux espèces analogues modernes.

DISCUSSION.

M. Pomel demande s'il n'y a pas une certaine analogie entre les couches d'alluvion où le mouflon a été découvert au Pont-du-Château et des sables argileux, qui un peu à l'est vers Lezoux prennent un grand développement, se poursuivent très loin dans le département de l'Allier et que la Société géologique a dernièrement retrouvés à Corbigny dans la Nièvre.

Il ne paraît pas que l'on ait rencontré d'autres fossiles que des bois silicifiés dans ce terrain et dans les régions citées plus haut. Mais M. Potier qui l'a étudié avec soin pense que ce terrain se poursuit dans la vallée de la Saône et renferme à Chagny des ossements appartenant aux espèces de la faune pliocène de Perrier : il serait intéressant d'établir les relations qui peuvent exister entre ces deux formations détritiques si voisines.

M. Pommerol répond que l'alluvion supérieure de Pont-du-Château, présente des lits alternatifs de gros graviers et de sables. On y observe beaucoup de cailloux roulés de nature basaltique provenant des couches tertiaires. On y observe aussi quelques scories roulées, provenant des volcans à cratère. Plusieurs de ces derniers volcans sont de l'époque des hauts-niveaux. On peut citer particulièrement la coulée de Gravenois. En effet, cette coulée est à un niveau supérieur à celui de la plaine de Sarlière qui est de l'âge du renne. De plus, elle est recouverte, en certains endroits, par des limons qui se sont déposés dans les fentes de la lave, limons où a été découverte une grande marmotte, que l'on trouve dans les hauts-niveaux quaternaires du bassin de la Seine La colline de Pont-du-Château par ses alluvions supérieures appartient certainement à l'âge de la race de Gravenois, c'est-à-dire aux hauts-niveaux quaternaires.

En outre du mouflon qui vient d'être décrit, M. Pommerol a trouvé dans cette formation, les restes d'un autre mouflon de même espèce que le précédent et un tibia de grand cheval.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE III.

LE MOUFLON QUATERNAIRE.

Fig. 1. — Face antérieure de la face et du crâne..... 1/5
Fig. 2. — Face latérale — — 1/5
Fig. 3. — Face postérieure du crâne..... 1/5
Fig. 4. — Face externe du maxillaire supérieur gauche..... 1/2
Fig. 5. — Face interne — — 1/2
Fig. 6. — Face interne des vraies molaires supérieures gauche, grandeur naturelle.
Fig. 7. — Face externe — — — —

M. A. JEANJEAN

Membre de la Société géologique de France, de l'Académie de Nîmes, de la Société scientifique d' lais, etc.

ÉTUDE SUR L'OXFORDIEN SUPÉRIEUR, LE CORALLIEN ET LE NÉOCOMIEN INFÉRIEUR, DANS LES CÉVENNES.

GISEMENTS DE L'AMMONITES POLYPLOCUS, DE LA TEREBRATULA JANITOR DE LA TEREBRATULA MORAVICA ET DE LA TEREBRATULA DIPHYOIDES.

— Séance du 30 août 1879. —

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.

En 1865, Oppel, contrairement à l'opinion des géologues alors les plus autorisés en France comme en Allemagne, supprimait l'étage corallien, plaçait la zone à Ammonites tennilobatus et polyplocus dans le kimméridgien et créait l'étage tithonique qu'il considérait comme l'équivalent du Portlandien.

Quelques années après, Zittel, professeur à l'université de Munich, continuant les travaux de son illustre maître, publiait la monographie des céphalopodes de Stramberg et, dans la composition de l'étage tithonique, associait les calcaires à terebratula janitor de cette localité avec le Klippenkalk du Tyrol, les couches coralliennes du Salève, de Wimmis et d'Inwald, qui sont contemporaines des calcaires à Terebratula Moravica de l'Echaillon (Isère), de Rougon (Basses-Alpes) et des montagnes des Cévennes.

Les idées émises par les savants distingués de l'école allemande quoique adoptées par certains géologues suisses et français, ont été combattues par nos professeurs les plus éminents : MM. Hébert, Lory, Coquand, Dieulafait, etc., qui ont publié tour à tour, dans *le Bulletin de la Société géologique de France,* divers mémoires soit sur la position stratigraphique de la zone à Ammonites polyplocus, soit sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'étage tithonique.

Si la première de ces questions nous semble à peu près résolue en ce sens que les travaux de M. Hébert et la derniere étude de M. Dieulafait (1) sur les étages compris entre l'horizon de l'ammonite transversarius et le ptérocérien, en France et en Suisse, nous paraissent avoir suffisamment établi que la zone à Ammonites polyplocus appartient à l'oxfordien supérieur, nous croyons qu'il reste encore quelques points

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France,* 3e Série, t. VI, p. 111.

à éclaircir et certains faits à établir pour arriver à fixer d'une manière définitive l'âge relatif des couches de la zone à terebratula janitor ainsi que des calcaires à terebratula moravica et diceras lucii

M. Hébert (1), partageant en cela le sentiment de Zeusner, a écrit que c'était dans le midi de la France que l'on trouverait les éléments les plus propres à fournir une solution claire et précise des diverses questions qui se rattachent à l'étage tithonique. Et lorsqu'il est venu, en compagnie de M. Vélain, étudier les calcaires coralliens des Cévennes, il était tout pénétré de cette idée, qui animait aussi M. Coquand, quand, sous la conduite de M. Boutin, il parcourait les couches à terebratula moravica et celles à cidaris glandifera des environs de Ganges. Ces excursions nous ont valu un excellent mémoire de MM. Coquand et Boutin (2), et une note fort intéressante de l'illustre professeur de la Sorbonne (3), dont les opinions sur le jurassique supérieur diffèrent sensiblement de celles émises par le savant géologue de Marseille.

Mais toutes les questions qui se rattachent au contact du terrain jurassique et du terrain crétacé dans les Cévennes, n'ont pas été encore élucidées, et nous pensons qu'en faisant connaître les résultats de nos propres recherches, nous apporterons quelques documents nouveaux qui faciliteront peut-être la marche à suivre pour arriver à la solution de ces diverses questions.

Dans l'exposition de notre travail, nous prendrons pour niveau inférieur l'oxfordien supérieur à ammonites polyplocus et nous nous élèverons jusqu'à la zone de la terebratula diplyoïdes inclusivement, en étudiant les diverses couches qui composent le tithonique de M. Zittel.

OXFORDIEN SUPÉRIEUR.

Zone de l'ammonites polyplocus.

L'auteur justement renommé de la carte géologique du Gard, Émilien Dumas, avait établi les subdivisions suivantes dans l'étage oxfordien des Cévennes :

1° Des marnes grises, schisteuses, feuilletées, avec ammonites macrocephalus, backeriæ, anceps, etc.;

2° Des marnes et calcaires marneux se divisant en nodules polyédriques et ayant une puissance de 30 mètres environ ;

3° Des calcaires compactes, formés par des bancs réguliers, gris-bleuâtres, d'une puissance totale de 100 mètres ;

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France.* Séance du 18 novembre 1872.
(2) *Ibid.* Séance du 3 mai 1869.
(3) *Ibid.* Séance du 15 novembre 1869.

4° Un calcaire à gros bancs, gris-clair, ayant un aspect ruiniforme, souvent dolomitique et dépourvu de fossiles.

Le premier sous étage d'Émilien Dumas correspond à l'étage callovien de d'Orbigny, et nous n'avons pas à nous en occuper dans ce mémoire.

Quant aux calcaires marneux qui constituent le n° 2, c'est le niveau le plus inférieur de l'oxfordien, la zone de l'ammonites cordatus. Dans un travail plus considérable sur les terrains jurassiques et crétacés du Gard, nous démontrerons que ces couches marno-calcaires s'appliquent à la fois à la zone de l'ammonites cordatus et à celle de l'ammonites transversarius (Oppel).

Le troisième sous-groupe de la classification d'Émilien Dumas renferme deux horizons bien distincts : les calcaires inférieurs, bleuâtres, formant des bancs compactes de $0^m,10$ à $0^m,50$ d'épaisseur, avec de légères couches de marne bitumineuse, intercalées, appartiennent à la zone de l'ammonites bimammatus (Oppel), tandis que les couches supérieures contiennent la faune de l'ammonites polyplocus.

Ce niveau supérieur est constitué d'abord par des bancs minces ayant beaucoup d'analogie avec ceux de l'horizon à ammonites bimammatus ; mais bientôt ces bancs prennent la couleur grise, acquièrent une épaisseur de 1 à 3 mètres et forment sur les flancs des montagnes des cassures abruptes, très prononcées.

Enfin, dans le haut, les couches sont de nouveau moins épaisses et elles renferment sur quelques points de nombreux fossiles.

La puissance de la zone entière de l'ammonites polyplocus, est en moyenne, de 80 mètres.

Voici la composition de sa faune :

Belemnites semisulcatus (Munster).
Ammonites polyplocus (Reinecke).
Ammonites Discobolus (Fontannes).
(Id.) Amm. subfascicularis (d'Orbigny).
Ammonites Lictor (Fontannes).
Ammonites tenuilobatus (Oppel). Très rare.
Ammonites Lothari (Oppel).
Ammonites Compsus (Oppel).
(Id.) Amm. oculatus (d'Orbigny).
Ammonites Pichleri (Oppel).
Ammonites Acanthicus (Oppel).
Ammonites Liparus (Oppel).
Ammonites iphicerus (Oppel).
Ammonites Sautieri (Fontannes).
Ammonites Garnieri (Fontannes).
Ammonites Unicomptus ? (Fontannes).
Ammonites inconditus (Fontannes).
Ammonites Levipictus (Fontannes).
Ammonites Plicatilis ? (Sowerby).
Pleurotomaria Moeschi (de Loriol).
Natica Georgiana (d'Orbigny).
Nerita jurensis (Goldfuss).
Ostrea Gregaria (Sowerby).
Unicardium varicolum ? (d'Orbigny).
Isoarca helvetica (de Loriol)
Gonyomia Moeschi (de Loriol).
Hinnites velatus (d'Orbigny).
Pecten lemencensis (Pillet et de Fromentel).
Terebratula Moeschi (Mayer.)
Terebratula insignis (d'Orbigny).
Terebratula Zisteni (de Loriol).
Terebratula pseudolagenalis (Moesch).

Terebratulina substriata (Sclotheim). Dysaster granulosus (Cotteau).
Rhychonella lacunosa (de Buch). Holaster oreficiatus (Schlotheim).
Aptychus latus (Voltz).

L'ammonites polyplocus se trouve aux divers niveaux de la zone, tandis que l'ammonites acanthicus en occupe la partie supérieure seulement. M. Ebray a recueilli la terebratula janitor dans la zone de l'ammonites acanthicus à Talloires (Savoie); mais nous n'avons pas rencontré ce brachiopode dans les couches correspondantes des Cévennes.

Les gisements principaux de fossiles sont : Vissec, Blandas, les Campels, près Montdardier, le revers du Ran de Banne, au-dessus de Sounalou, le pont des Chèvres et le sommet du Thauruc, près de Ganges, le mamelon de Grande-Place à la montagne de Banèle, près Saint-Hippolyte, le plateau et le revers est de Coutach, aux environs de Sauve.

Dans son bel ouvrage intitulé : *Description des ammonites de la zone à ammonites tenuilobatus de Crussol (Ardèche)*, M. Fontannes, après avoir fait remarquer l'affinité qui existe entre plusieurs espèces de ce niveau et certaines espèces du Kimméridgien inférieur, déclare que « cette affinité rend difficilement admissible l'intercalation d'un étage corallien entre les dépôts caractérisés par l'ammonites tenuilobatus et

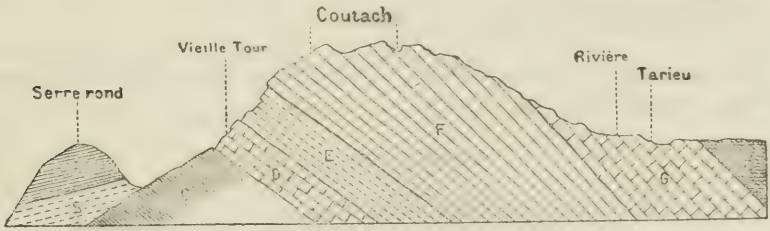


Fig. 72. — Coupe de Fonsange à Tarieu, près de Sauve.

A. Calcaires marneux à toxaster complanatus.
B. Marnes jaunes à belemnites pistilliformis.
C. Callovien-marnes et calcaires marneux.
D. Oxfordien-Zone à Ammonites cordatus et transversarius.
E. — de l'Ammonites bimammatus.
F. — de l'Ammonites polyplocus.
G. Corallien inférieur, zone à tereb. janitor et cidaris glandifera.
H. Néocomien inférieur, zone de la terebratula Diphyoïdes.

l'astartien. » Aussi paraît-il disposé à se ranger à l'opinion de la plupart des géologues suisses et allemands qui regardent la formation caractérisée par ces ammonites comme un faciès du Kimméridgien inférieur. Mais quand notre savant confrère de Lyon aura terminé l'étude des ammonites du groupe des Plicatilis ainsi que des nombreuses espèces qu'on peut rencontrer à Crussol, il trouvera probablement que la faune de l'ammonites polyphocus a aussi beaucoup d'affinités avec celle des deux sous-étages oxfordiens qui l'ont précédée.

D'ailleurs si les analogies qui existent entre certaines espèces de ces deux zones, nettement séparées dans l'ordre stratigraphique, suffisaient pour établir le synchronisme des couches qui les renferment, que d'étages ne faudrait-il pas supprimer.

Lors de la réunion de la Société géologique de France à Digne, il a été reconnu que dans les Basses-Alpes les couches à ammonites polyplocus étaient inférieures au corallien. Il en est de même dans les Cévennes (Voir nos coupes, 72, 73 et 74).

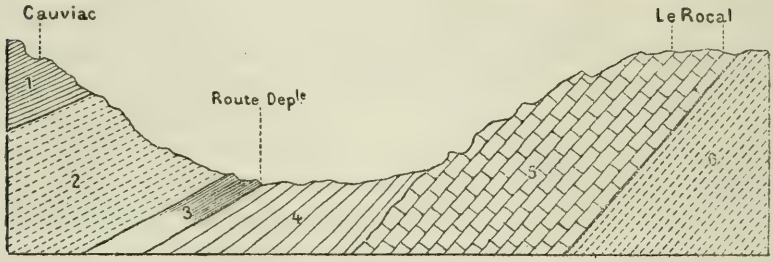


Fig. 73. — Coupe du Rocal, à Florian, près Quissac.

1. Néocomien moyen, calcaires à Echinospatagus cordiformis.
2. Néocomien inférieur, marnes jaunes à Bel. pistilliformis.
3. — marnes grises à Bel. latus.
4. — zone de la terebratula Diphyoïdes.
5. Corallien inférieur, zone de la terebratula janitor.
6. Oxfordien supérieur, zone de l'amm, polyplocus.

Et ce n'est pas seulement dans le midi de la France que cet horizon est ainsi limité. MM. Lory, Falsan et Dieulafait ont démontré que dans

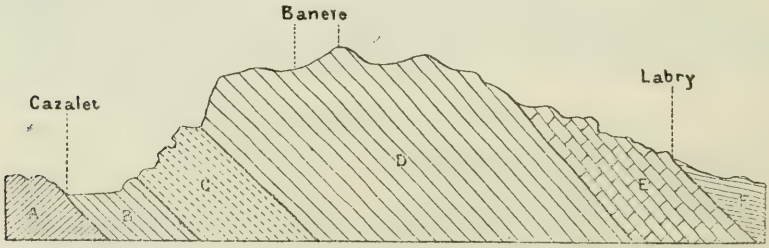


Fig. 74. — Coupe de Cazalet à Labry, près Saint-Hippolyte.

A. Dolomie Bathonienne.
B. Oxfordien, zone à am. cordatus.
C. — zone à am. bimammatus.
D. Oxf., zone à amm. polyplocus.
E. Corallien inférieur, zone à ter. janitor.
F. Néocomien inférieur, zone à ter. Diphyoïdes.

l'Isère, l'Ain, le Jura et la Haute-Saône, comme en Argovie, la zone de l'ammonites polyplocus se trouvait toujours au-dessous du coral-rag le plus inférieur.

Cependant MM. Tombeck et Royer ont signalé à diverses reprises l'existence dans la Haute-Marne de deux horizons bien distincts de la zone à ammonites tenuilobatus, situés au-dessous et au-dessus du

corallien proprement dit, et pour établir ce fait anormal dans la science, M. Tombeck (1) a donné les coupes de Vovécourt et de Maranville, dans lesquelles se trouve au-dessus de l'Oolithe à dicérates, une couche marno-calcaire, où il a recueilli les ammonites bimammatus, marantianus, Holbeini, Eucyphus et Ernesti.

« C'est là évidemment, dit le zélé explorateur des terrains de la Haute-Marne, une récurrence analogue à celle qui ramène à deux niveaux dans notre corallien la terebratula humeralis, le cardium corallinum, le cidaris florigemma et le glypticus hieroglyphicus. »

L'analogie, nous l'avouons, nous paraît un peu forcée; le passage d'une espèce d'un étage dans un autre, comme la présence d'une espèce dans plusieurs zones du même étage sont des faits assez fréquents. Mais il n'en est pas de même de la récurrence de faunes entières, surtout lorsque la faune supérieure rappelle celles de deux zones différentes d'un étage inférieur, comme cela a lieu dans la couche marno-calcaire de la Haute-Marne, qui contient des fossiles de l'horizon à ammonites bimammatus et du niveau de l'ammonites polyplocus. Évidemment il y a encore là une question à élucider, question dont la solution n'est peut-être pas très éloignée, car M. Dieulafait a promis de montrer dans un prochain mémoire qu'il existe dans les Alpes, au-dessous du vrai horizon de l'ammonites tenuilobatus, couches à Belemmites Royeri de M. Tombeck, une zone correspondant à la zone supérieure de la Haute-Marne.

CORALLIEN INFÉRIEUR.

Zone à Terebratula janitor et Cidaris glandifera.

Les couches de la zone à ammonites polyplocus, que nous venons d'étudier, supportent un puissant massif de calcaires compactes, gris grès clairs, ruiniformes, à stratification confuse, formant de nombreuses cavités et renfermant, surtout dans le haut, des rognons, quelquefois rès gros, de silex pyromaque.

Souvent ces calcaires sont dolomitiques; et comme la dolomie occupe ordinairement la partie inférieure de la zone, MM. Coquand et Boutin ont cru y voir un étage distinct. Mais il est facile de s'assurer, ainsi que l'ont constaté MM. de Rouville et Torcapel (2), que la dolomie n'est qu'un faciès particulier du même étage, et qu'elle y occupe parfois divers niveaux, qui correspondent probablement aux époques d'émer-

(1) *Bulletin de la Soc. géol.* Séance du 5 novembre 1877.
(2) *Ibid.* 2e Série, t. XXIX, p. 687.

gence de sources magnésiennes dont l'action se serait étendue sur les dépôts en voie de formation au sein de la mer Jurassique.

La dolomie présente une couleur brunâtre, qui fait un grand contraste avec les calcaires encaissants, toujours de couleur claire. Comme elle se désagrège facilement, elle forme des monticules d'un aspect fort bizarre, tels que les pics d'Angeau, de la Tude et de Blaudas, sur le causse de Montdardier.

La puissance totale du massif est d'environ 120 mètres. Il est très développé entre Sumène, Ganges et Saint-Hippolyte, ainsi qu'aux environs de Sauve, de Quissac et à la base de la Séranne. Il forme de beaux escarpements, pareils à ceux de la zone à ammonites polyplocus; ce qui, joint à la même couleur de la roche, rend très difficile la reconnaissance des points de séparation des deux étages. Aussi Émilien Dumas n'ayant pas eu l'occasion de rencontrer des fossiles dans ces couches compactes, les a classées dans l'oxfordien supérieur, tout en faisant remarquer qu'elles pourraient bien appartenir au coral-rag qu'elles supportent.

M. Coquand, au contraire, à qui M. Boutin a montré le gisement de Cazilhac, où il a trouvé en abondance le cidaris glandifera (Goldfuss) et l'apiocrinus Mériani (Desor), n'a pas hésité à réunir ce dépôt à la zone supérieure pour constituer un étage qu'il considère comme faisant partie du séquanien ou calcaire à Astartes.

Pendant longtemps aussi nous avons pensé que ces couches devaient être une dépendance du coral-rag à nérinées et à dicérates.

Mais, lorsque après avoir cherché vainement la zone à térébratula janitor au contact des calcaires blancs à terebratula moravica avec les couches de la terebratula diphyoïdes, nous avons eu l'idée que l'horizon de la terebratula janitor devait être au-dessus des calcaires blancs coralliens, nous avons fait des recherches dans le massif inférieur, et nous avons fini par y trouver, outre de nombreux oursins et encrines, quelques fossiles de la faune de Stramberg. Il nous restait cependant à y y rencontrer la terebratula janitor, quand un zélé géologue, M. Faucher, qui habite Lévesque, près de Sauve, nous annonça qu'il avait recueilli dans les environs de son domaine des terebratula diphyoïdes. Comme Lévesque se trouve au milieu des calcaires névroniens à Toxaster complanatus, nous présumâmes que M. Faucher s'était rendu sur les couches jurassiques qui ne sont pas très éloignées, et que c'était là qu'il avait trouvé non point la terebratula diphyoïdes, mais la terebratula janitor.

Nous priâmes alors notre collègue de nous communiquer ses exemplaires, et nous reconnûmes de suite cette dernière espèce.

Le 12 avril dernier, nous allâmes visiter ce gisement, qui se trouve sur

le versant nord du mont Rocal, vis-à-vis le château de Florian, à 2 kilomètres de Quissac (Voir notre coupe n° 73), et nous fûmes fort agréablement surpris d'y rencontrer la plupart des fossiles que la Société géologique de France, guidée par M. Pillet, avait recueillis, en 1875, dans les calcaires du calvaire de Lémenc.

La présence des couches à terebratula janitor ou à fossiles tithoniques a été déjà indiquée dans l'Ardèche, au Pouzin, à Saint-Séphorin à Crussol, à la montagne de Coucut, près les Vans, par MM. Vélain (1) Torcapel (2), Huguenin (3) et de Sarrau (4), ainsi qu'aux environs de Montpellier, par M. Bleicher (5). Mais leur existence n'a pas encore été signalée dans les Basses-Cévennes, où elles se présentent dans les conditions d'un dépôt bien délimité au milieu de la formation jurassique, ce qui doit, ce nous semble, accroître l'intérêt de cette découverte.

Étudions maintenant la forme de la zone à terebratula janitor :

Belemnites semisulcatus (Munster).
Belemnites ensifer (Oppel).
Ammonites ptychoïcus (Quenstedt).
Ammonites staszycii (Zeuschmer).
Ammonites Achilles (d'Orbigny).
Ammonites Richteri (Oppel).
Ammonites transitorius (Oppel). Très rare.
Ammonites Cyclotus (Oppel).
Ammonites lithographicus (Oppel).
Ammonites Carachtheis (Zeuschner).
Ammonites Geron (Zittel).
Aptychus imbricatus (Henri de Meyer).
Placunopsis tatrica (Zittel).
Terebratula carpathica (Zittel).
Terebratula Gutta (Quenstedt).
Rhynchonella sparcicosta (Suess).
Rhynchonella inconstans (Sowerby).
Rhynchonella pinguis (Roemer).
Cidaris glandifera (Goldfuss).
Cidaris Blumenbachi (Munster).
Cidaris Coronata (Goldfuss).
Cidaris Pilleti (De Loriol).
Apiocrinus Meriani (Desor). Id. Apiocrinus Roissyanus (d'Orb.).
Apiocrinus flexuosus (Goldfuss).
Eugeniacrinus Heberti (de Loriol).

Il est difficile de reconnaître plusieurs niveaux dans l'habitat de ces débris organiques, parce que le plus souvent les céphalopodes se trouvent dans des gisements séparés de ceux des oursins et des encrines ; cependant ceux-ci paraissent occuper une position supérieure aux ammonites. La terabratula janitor, les aptychus et les belemnites sont dispersés dans toutes les couches de la zone.

Voici les localités où nous avons recueilli des fossiles :

Le Rocal, à Florian, près Quissac, la tranchée de la voie ferrée, aux Esplèches, près de Sauve, Labric, près de Saint-Hippolyte, Moulès et Cazilhac-le-Haut, près de Ganges.

(1) *Bulletin de la Soc. géol.* Séance du 19 juin 1874.
(2) *Ibid.* Séance du 3 décembre 1877.
(3) *Ibid.* Séance du 6 novembre 1876.
(4) *Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes.* 1879.
(5) *Revue scientifique.* 26 octobre 1872.

Quelle est la place de la zone à terebratula janitor, dans la série des terrains secondaires ?

M. Hébert, et avec lui quelques géologues distingués ont toujours professé que les couches à terebratula janitor et ammonites transitorius

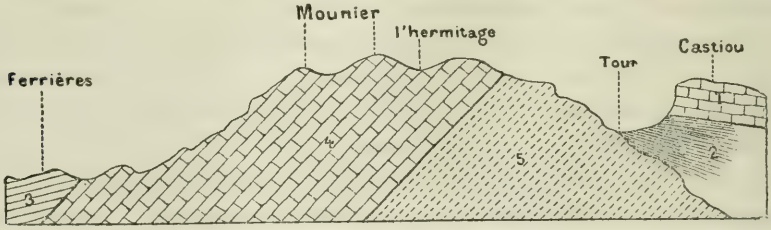


Fig. 75. — Coupe du bois de Mounier, près Pompignan.

1. Calcaires à toxaster complanatus.
2. Marnes à belemnites pistilliformis.
3. Zone de la terebratula Diphyoïdes.
4. Corallien supérieur, calcaires à terebratula moravica.
5. Corallien inferieur, calcaires de la zone à ter. janitor.

étaient une dépendance du terrain crétacé le plus inférieur. L'illustre membre de l'Institut a publié depuis 1866 une série de mémoires où il a étayé son opinion par des arguments tirés à la fois de la stratigraphie et de la paléontologie. Il a invoqué tour à tour, en faveur de ses idées, l'ensemble de la faune qui accompagne la terebratula janitor, les coupes que M. Mœsch a relevées dans la Suisse orientale, les découvertes faites dans l'Ardèche par MM. Vélain et Torcapel de couches à aptychus et terebratula janitor, placées entre la zone de l'ammonites poly-

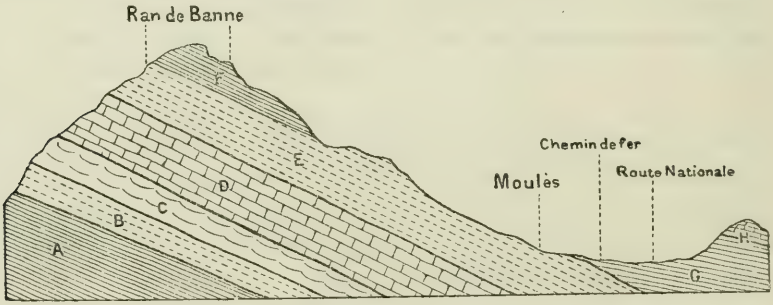


Fig. 76. — Coupe du Ran-de-Banne, près Ganges.

A. Jurassique inférieur.
B. Oxfordien, zone de l'ammonites cordatus.
C. — zone de l'ammonites bimammatus.
D. — zone de l'ammonites polyplocus.
E. Corallien inferieur, zone de la ter, janitor et Cidaris glandifera.
F. Corallien superieur, zone de la ter, moravica et Diceras lucii.
G. Néocomien inferieur, zone de la tereb. Diphyoïdes.
H. — marnes à Belemnites latus.

plocus et celle de la terebratula diphyoïdes. Mais M. Hébert a trouvé de nombreux contradicteurs dans plusieurs maîtres de la science, en

France comme à l'étranger. Qu'il nous suffise de citer ici les noms de Zittel, Neumayr, Pictet, Gemellaro, Coquand, Pillet, Fontannes, Pellat, Ebray, qui tous placent, quoique à des niveaux différents, les couches de Rogznick, de Stramberg et de Lémenc, gisements de la terebratula janitor, dans la formation jurassique. Pour les Cévennes, la solution de la question ne nous paraît pas douteuse et voici pourquoi : Partout où se trouvent les calcaires blancs à Diceras lucii et terebratula moravica les calcaires massifs à Terebratula janitor que nous décrivons sont intercalés entre les couches à Diceras lucii et la zone de l'ammonites polyplocus (Voir nos coupes 75 et 76). Si le corallien à Terebratula moravica vient à manquer, ce qui a lieu notamment dans l'Ardèche, alors la zone néocomienne de la terebratula diphyoïdes repose directement sur les calcaires massifs à aptychus et terebratula janitor (Voir nos coupes n°s 72 à 75). Ainsi, dans les basses Cévennes, comme à Lémenc, aux Voirons, en Sicile et en Algérie, la zone de la terebratula janitor occupe toujours un horizon inférieur aux calcaires à diceras et nérinées Cette zone est donc jurassique et sa place est celle du corallien inférieur.

Sans doute, il y a une certaine ressemblance entre quelques céphalopodes et gastéropodes de cette zone avec d'autres fossiles du néocomien à terebratula diphyoïdes; par exemple, entre l'ammonites ptychoicus (Quenstedt) et l'ammonites semisulcatus (d'Orbigny), entre l'ammonites staszycii (Zechner) et l'ammonites grasianus (d'Orbigny), etc. Mais M. Pictet (1) a fait remarquer que la faune de la Porte-de-France, près Grenoble (bancs à terebratula janitor) n'était pas encore suffisamment connue; qu'elle était composée, en grande partie, d'espèces nouvelles et en partie d'espèces dont la discussion exigeait des comparaisons délicates. D'un autre côté, lors de la réunion à Genève de la Société géologique de France, à laquelle assistaient quatre-vingts membres, dont aucun ne combattit les conclusions de M. Pillet, tendant à faire reconnaître que les couches à terebratula janitor appartenaient à la formation jurassique, M. Cotteau déclara que les échinides qu'il avait pu examiner de Lémenc et en particulier de la vigne Droguet étaient des espèces jurassiques.

Au surplus, quand même on parviendrait à démontrer que certaines espèces de la zone à terebratula janitor sont identiques avec d'autres espèces de la zone à terebratula diphyoïdes, cela n'empêcherait pas que ces deux zones ne soient séparées par une longue période de temps, celle pendant laquelle se sont déposées les couches du corallien supérieur, du Kimméridgien et du Portlandien.

(1) *Etudes paléontologiques sur la faune de terebratula diphyoïdes de Berrias (Ardèche)*, page 45.

CORALLIEN SUPÉRIEUR.

Zone à terebratula moravica et diceras lucii.

Aux calcaires massifs, sans indices de brèche ni de remaniement, qui renferment la terebratula janitor succèdent, dans le haut des couches d'un calcaire compacte, blanc ou jaune très clair, d'un aspect crayeux, souvent oolithique et contenant des amas de polypiers et de nombreux fossiles. On n'y voit plus de chailles siliceuses et les dolomies y sont rares.

L'ensemble de ces couches a une puissance moyenne de 150 mètres Elles occupent une étendue considérable au bois de Mounier, commune de Pompignan, au Ran-de-Banne, près Sumène, à Montmal et à la montagne de la Séranne, près de Ganges (Hérault).

Les calcaires blancs se lient d'une manière si intime avec les bancs du sous-étage inférieur, que, si ce n'était la couleur plus claire de la roche, la présence des oolithes et des polypiers, et surtout le changement de faune, il serait presque impossible de saisir les points de contact des deux niveaux.

Voici les principaux fossiles que nous avons rencontrés, soit au milieu des couches compactes, soit parmi les oolithes de la zone à terebratula moravica et diceras lucii (1) :

Belemnites semisulcatus (Munster).
Id. Bel. Liburii (E. Dumas).
Belemnites ensifer (Oppel).
Ammonites Achilles (d'Orbigny).
Ammonites (Nova species), a beaucoup de rapports avec l'am. Stephanoïdes (Oppel).
Nerinœa speciosa (Voltz).
Nerinœa depressa (Voltz). Id. Nerinœa umbilicata (d'Orbigny).
Nerinœa Mariœ (d'Orbigny).
Nerinœa Defrancei (Deshayes).
Nerinœa pupoïdes (d'Orbigny).
Nerinœa cœcilia (d'Orbigny).
Nerinœa dilatata (d'Orbigny).
Nerinœa moreana (d'Orbigny).
Nerinœa Desvoidyi (d'Orbigny).
Chemnitzia cœcilia (d'Orbigny).
Natica grandis (Munster).
Pterocera.
Pleurotomaria.
Putella virdunensis (Buvignier).
Diceras lucii (Defrance).
Diceras Escheri (de Loriol).
Diceras Munsteri (Goldfuss).
Diceras (Nova species).
Cardium corallinum (Leymerie),
Corbis decussata (Buvignier).
Lithodomus lucii (de Loriol).
Hinnites velatus (Quenstedt).
Pecten dentatus (Goldfuss).
Pecten globosus (Quenstedt).
Pecten scutatus (Quenstedt).
Ostrea solitaria (Soneerby).

(1) Nous avons longtemps espéré que M. Hebert ferait connaître la faune entière du Corallien à Diceras lucii, dont il existe tant de matériaux à la Sorbonne ; mais privé d'un travail qui nous aurait été si instructif et si précieux, nous donnons cette liste, tout incomplète qu'elle soit.

Megerlea pectunculoides (Schlotheim).
Lima.
Terebratula moravica (Glocker),
Terebratula Tichaviensis (Glocker).
Terebratula insignis (Schübler).
Terebratula humeralis (Rœmer). Id. Ter. carinata (Leymerie).
Terebratula bisuffarcinata (Zieten).
Terebratulina substriata (Schlotheim).
Rhynchonella inconstans (d'Orbigny).
Rhynchonella Astieriana (d'Orbigny).
Columnaria sulcata (Goldfuss).
Calamophyllia funiculus (d'Orbigny). Id. Lithodendron funiculus (Michelin).
Cladophyllia Lœvis (Milne-Edwards). Id. Lithodendron leve (Michelin).
Eunomia articulata (d'Orbigny). Lithodendron articulatum (Michelin).
Synastrœa arduennensis (d'Orbigny).
Dendrogyra rastellina (de Fromentel).

Plusieurs autres espèces de zoophytes que nous n'avons pu déterminer.

L'ensemble de cette faune sépare nettement les calcaires blancs à diceras, des calcaires gris-clairs qui les suportent. La terebratula janitor n'existe pas dans ces calcaires blancs, et la vraie terebratula moravica (Glocker), cette espèce à long bec qui caractérise les couches coralliennes du Midi, ne paraît pas descendre dans la zone inférieure ; du moins nous ne l'y avons jamais rencontrée. A Lémenc, au contraire, la terebratula moravica, si toutefois c'est bien la même espèce que celle du coral-rag des Cévennes, se trouverait sur certains points dans les mêmes couches que la terebratula janitor. Mais il nous semble, d'après l'ensemble des fossiles représentés dans l'Atlas de MM. Pillet et de Fromentel, que les couches les plus élevées du coral-rag méridional à nombreuses espèces de nérinées et de diceras, manquent à la vigne Droguet du Lémenc.

Comme Émilien Dumas, M. Hébert (1) a placé les calcaires à diceras, lucii des Cévennes dans l'étage corallien, au même niveau que ceux de l'Échaillon (Isère) et de Rougon (Basses-Alpes). Telle est aussi, pour d'autres localités, l'opinion de MM. Lory, Dieulafait, de Rouville, Tombeck, etc., etc. Cependant, M. Zittel et un certain nombre de savants français ou étrangers continuent à supprimer cet étage, à placer les couches qui le composent à un niveau supérieur au portlandien et à le désigner sous le nom de tithonique inférieur.

Si les partisans des idées professées par l'école allemande venaient étudier dans les Cévennes les diverses couches de la formation jurassique que supporte la zone à ammonites polyplocus, dont l'origine oxfordienne nous paraît incontestable, et avec lesquelles elle a les plus grands rapports pétrographiques, ils verraient un immense massif de 300 mètres de puissance, formé par des calcaires compactes, où se trouvent intercalés, à la partie supérieure, quelques couches oolithiques ainsi que de rares amas de polypiers, et ils reconnaîtraient sans doute

(1) *Bulletin de la Soc. géol.* 3e Série, t. II, p. 160.

que ce sont bien là les sédiments habituels d'une mer aussi normale que celle de tous les nombreux étages où l'on rencontre des débris de zoophytes. Or, ces calcaires renferment une faune caractéristique dont l'ensemble représente parfaitement l'étage auquel d'Orbigny a donné le nom de corallien, coral-rag des géologues anglais.

Dans les Cévennes, il constitue le terme le plus haut de la formation jurassique; mais dans le Jura et dans la Haute-Marne il est surmonté par les couches du kimméridgien. Au Salève, on rencontre, d'après MM. Alphonse Favre (1) et de Loriol (2), entre les couches néocomiennes et le corallien à terebratula moravica, « de puissantes assises calcaires, assez pauvres en fossiles, généralement stratifiées d'une manière régulière, qui appartiennent à l'étage portlandien ». Enfin, M. Lory (3) a trouvé au-dessus des calcaires blancs de l'Échaillon, aux balmes de Voreppe, au Bauchet et à la Crusille, une grande épaisseur (100 mètres) de calcaires compactes, à pâte très fine, entremêlés d'assises verdâtres et offrant l'aspect des dépôts d'eau saumâtre qui caractérisent le purbeckien dans le Jura méridional.

Le niveau stratigraphique des calcaires à terebratula moravica, qui dans les Cévennes reposent sur la zone de la terebratula janitor, étant ainsi fixé au-dessous du kimméridgien, du portlandien et du purbeckien, nous devons en conclure que l'étage complet du coral-rag est

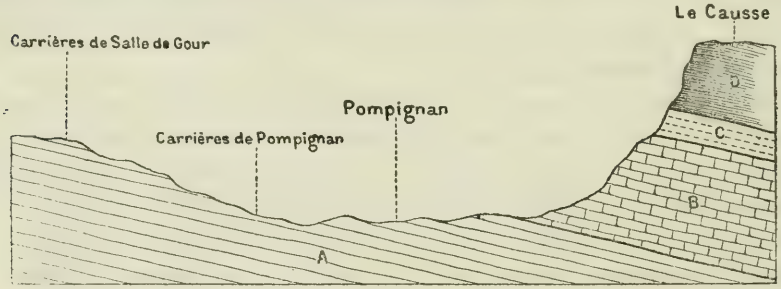


Fig. 77. — Coupe de Pompignan.

A. Néocomien inférieur, zone de la ter. Diphyoïdes.
B. — — zone de la belemnites latus.
C. — — zone de la belemnites pistilliformis.
D. Néocomien moyen, marnes et calcaires à toxaster complanatus.

parfaitement délimité entre les couches argoviennes à ammonites polyplocus et le jurassique supérieur. En conséquence, il n'existe point d'*étage tithonique*, pas plus à Stramberg et à Lémenc que dans les Cévennes.

Quant au nom de corallien créé par d'Orbigny, quelques géologues,

(1) *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, T. X.
(2) *Description des animaux invertébrés fossiles de l'étage néocomien de Salève*, p. 1.
(3) *Bulletin de la Soc. géol.* 2e Série, t. XXIX, p. 80.

MM. de Tribolet, Choffat, Renevier, tout en voulant conserver l'étage, ont émis l'avis de lui substituer un autre nom, par exemple celui de rauracien, déjà appliqué par M. Greppin (1). Mais nous pensons, avec M. Cotteau (2), que ce changement n'est pas nécessaire, parce que le nom de corallien, proposé et adopté le premier, est toujours usité dans la science et que l'étage qu'il désigne est celui où le faciès coralligène est le plus développé et où se trouve le plus grand nombre d'espèces de coraux et de madrépores.

NÉOCOMIEN INFÉRIEUR

Zone de la Terebratula Diphyoïdes.

Nous divisons le néocomien inférieur des Cévennes en trois zones, disposées de bas en haut, comme il suit :

1° Calcaires compactes ou marneux à terebratula diphyoïdes.

2° Marnes grises, à belemnites latus.

3° Marnes ordinairement jaunes, à belemnites pistilliformis.

Voir notre coupe de Pompignan (fig. 77).

Ces divers niveaux sont aussi représentés dans la coupe de Berrias, donnée par M. Pictet (3), les marnes supérieures de son n° 4 n'étant autre chose que notre zone à Belemnites pistilliformis.

Nous n'aurons pas de la peine à justifier en temps opportun la séparation en deux horizons des *marnes dites de Berrias ;* car les faunes des n^os^ B et C de notre coupe sont bien distinctes, et il y a entre elles beaucoup plus de différences qu'il n'en existe entre la zone à terebratula diphyoïdes et les marnes à bel. latus. Mais actuellement, nous devons nous borner à l'étude des couches néocomiennes les plus inférieures, en contact immédiat avec les terrains jurassiques, et qui constituent la zone de la ter. diphyoïdes. Dans les Cévennes, ces couches sont formées, en commençant par le bas :

A. De calcaires compactes se divisant en nodules polyédriques, avec bancs à serpula recta, devenant marneux à la partie supérieure.

B. De calcaires très résistants, divisés en bancs réguliers de 0^m, 50 à 2 mètres d'épaisseur et donnant de belles pierres de taille (Carrières de Salle, de Gour et de Pompignan).

C. De calcaires marneux se délitant facilement à l'air avec natica Leviathan.

(1) *Essai géologique sur le Jura*, 1867.
(2) *Bulletin de la Soc. géol.*. Séance du 2 septembre 1875.
(3) *Études paléontologiques sur la forme à Ter. Diphyoïdes de Berrias*, p. 56.
(4) *Bulletin de la Société géologique*. Séance du 17 septembre 1872.

D. De bancs compactes, avec empreintes de fucoïdes, feuilletés et peu épais (Carrières de Piégaline).

Tous ces calcaires sont généralement bi-colores, gris à l'intérieur et gris clairs ou jaunâtres à la surface. Leur puissance totale est de 60 mètres.

Par la couleur, comme par la disposition régulière des couches, ils se distinguent facilement des calcaires blancs et caverneux du corallien, sur lesquels ils reposent en stratification discordante (Voir notre coupe n° 75), comme l'a déjà démontré le savant professeur de Montpellier, M. de Rouville.

Les couches de la zone à terebratula diphyoïdes sont très fossilifères; voici les principales espèces qu'on y rencontre :

Belemnites latus (Blainville).
Belemnites conicus (Blainville).
Nautilus Dumasi (Pictet).
Ammonites Semisulcatus (d'Orbigny).
Ammonites Grasianus (d'Orbigny).
Ammonites Privasensis (Pictet).
Ammonites Calypso (d'Orbigny).
Ammonites Berriasensis (Pictet).
Ammonites Quadrisulcatus (d'Orbigny).
Ammonites Nierci (Pictet).
Ammonites Boissieri (Pictet).
Ammonites Malbosi (Pictet).
Ammonites Astierianus (d'Orbigny).
Ammonites Occitanicus (Pictet).
Ammonites Honnoratianus (d'Orbigny).
Ammonites Macilentus (d'Orbigny).
Ammonites Neocomiensis (d'Orbigny).
Aptychus Didayi (Coquand).
Aptychus Seranonis (Coquand).
Natica Leviathan (Pictet). Id., Strombus Sautieri (Coquand).
Peeten Euthymi (Pictet).
Terebratula Diphyoïdes (d'Orbigny).
Terebratula Moutoniana (d'Orbigny).
Terebratula Hippopus (Rœmer).
Terebratula tamarindus (Sowerby).
Terebratula Euthymi (Pictet).
Rhynchonella contracta (d'Orbigny).
Rhynchonella Malbosi (Pictet).
Terebratulina biauriculata (d'Orbigny).
Cidaris Alpina (Cotteau).
Collyrites Malbosi (de Loriol).
Collyrites Berriasensis (de Loriol).
Dents de Sphenodus sabaudianus (Pictet).

Tandis qu'à Berrias la terebratula diphyoïdes se trouve dans toutes les couches de la zone, nous ne l'avons rencontrée dans les Cévennes que dans les calcaires inférieurs. Le strombus Sautieri (Coquand) est concentré, au contraire, dans les bancs les plus élevés.

La zone à terebratula diphyoïdes forme la vaste plaine qui s'étend entre Saint-Hippolyte, Pompignan et Sauve ; elle est aussi très développée entre Ganges et Saint-Hippolyte, où se trouvent les beaux gisements fossilifères de Lacadière, la Cisterne et Ginestous.

Nous croyons avoir démontré que les calcaires blancs à diceras lucii constituaient, dans les Cévennes, la partie supérieure du corallien; or les couches de la zone à terebratula diphyoïdes, dont la faune a tant d'analogies avec celles des marnes à belemnites latus, qui les surmontent, appartenant incontestablement à la formation crétacée, il s'en suit qu'il existe une lacune considérable entre le dernier étage jurassique et le plus inférieur des terrains crétacés. Émilien Dumas avait donc rai-

son quand, dès 1846, il écrivait : « Nous n'avons rencontré dans les Cévennes, au-dessus du Coral-rag, aucune assise qu'on puisse assimiler aux groupes kimméridgien et portlandien. » Il y a lieu aussi de remarquer que même en adoptant l'opinion de M. Zittel, qui considère la zone à ammonites polyplocus comme kimméridgienne et qui place l'étage tithonique au-dessus de l'oolite de Portland, il y aurait encore une lacune dans le jurassique supérieur, puisqu'il manquerait toujours les diverses couches qui constituent le Portlandien, soit les calcaires à ammonites Gigas et la zone de la Trigonia gibbosa.

Quelle est la cause de cette lacune? L'absence des étages kimméridgien et portlandien dans les Cévennes ne saurait être attribuée à des dénudations; car elles auraient laissé des points de repère, comme il en existe pour le coral-rag.

Il faut en chercher la cause, croyons-nous, dans les oscillations ascendantes d'abord, qui ont émergé les dépôts coralliens pendant toute la durée des époques kimméridgienne et portlandienne, et puis à des mouvements lents d'abaissement qui ont eu lieu à la fin de la période jurassique et ont permis à la mer crétacée d'envahir une partie des Basses-Cévennes.

RÉSUMÉ.

Dans les Cévennes, l'étage oxfordien est constitué par les couches suivantes : 1° Zone à ammonites cordatus et transversarius ; 2° Calcaires bleuâtres à ammonites bimammatus; 3° Calcaires gris, compactes, à ammonites polyplocus.

La zone de l'ammonites polyplocus y est très développée et contient de nombreux fossiles. Par ses caractères stratigraphiques, paléontologiques et pétrographiques, elle doit être placée au niveau de l'argovien supérieur, c'est-à-dire au-dessous du coral-rag le plus inférieur, comme cela a lieu dans tout le Jura occidental.

Au-dessus des couches de l'ammonites polyplocus vient un puissant massif de calcaires, gris-clairs, ruiniformes et caverneux, qui contiennent avec la terebratula janitor, les céphalopodes de Rogoznick et une foule d'oursins et d'encrines considérés jusqu'ici comme coralliens. Si certains fossiles de ces calcaires ont de la ressemblance avec quelques espèces de la zone à terebratula diphyoïdes, l'ensemble de leur faune paraît les rapprocher davantage des terrains jurassiques. Au reste, la stratigraphie s'oppose à ce que la zone de la terebratula janitor soit crétacée, puisqu'elle est intercalée entre l'oxfordien supérieur à ammonites polyplocus et les calcaires blancs à terebratula moravica, dont le caractère jurassique ne saurait être contesté.

Sur certains points des Cévennes, le Klippenkalt à terebratula janitor

est surmonté par des couches compactes de calcaires blancs, où l'on trouve, avec la terebratula moravica et le cardium corallinum, de nombreuses espèces de diceras et de nérinées ainsi que des amas de polypiers. Ces calcaires sont l'équivalent du coral-rag de Rougon, de l'Échaillon, du Salève, de Châtel-Censoir, etc. Ils composent, dans les Cévennes, le terme le plus haut de la formation jurassique, en sorte qu'il existe dans ces montagnes une lacune qui correspond aux étages kimméridgien et portlandien. Cette lacune a probablement pour cause des oscillations lentes, qui ont amené, d'abord, un soulèvement au-dessus des eaux et puis un abaissement de la surface du sol à la fin de la période jurassique.

Les premiers dépôts crétacés, constitués par la zone de la terebratula diphyoïdes, reposent, en statification discordante, tantôt sur les couches du corallien inférieur à terebratula janitor et tantôt sur les calcaires blancs à diceras lucii. Ils renferment une faune qui a les plus grands rapports avec les couches néocomiennes supérieures, à belemnites latus, et ils présentent des caractères stratigraphiques et pétrographiques, qui les séparent nettement des couches coralliennes.

Il n'existe donc point dans les Cévennes, pas plus qu'à Rogoznick, à Stramberg et à Lémenc, d'étage lithonique.

DISCUSSION.

M. Jeanjean ayant cité les travaux de M. Tombeck dans la Haute-Marne, M. de Loriol fait remarquer que la *terebratula humeralis* et autres fossiles qui l'accompagnent, se trouvent en Argovie dans la zone à *A. tenuilobatus* et ce sont bien pourtant des espèces astartiennes. On trouve sur un point, à Vauxy, les deux faciès mélangés. La zone à *Belemnites Royeri* qui est intercalée dans le corallien représente la zone à *A. bimammatus*. Si M. Tombeck avait cru pouvoir l'assimiler à la zone à *A. tenuilobatus* et se fonder là dessus pour ranger cette dernière dans le corallien, c'est la conséquence d'une erreur fondée sur l'examen de fossiles insignifiants et très peu déterminables. Si d'ailleurs la vraie zone à *A. tenuilobatus* est inférieure au corallien de la Mothe, c'est que cette assise ne représente pas le corallien proprement dit, mais est un niveau supérieur à l'astartien. Une couche coralligène ne peut pas par elle-même servir de repère.

M. Cotteau fait remarquer que le corallien de Châtel-Censoir est bien distinct de celui des Cévennes. Il y a des espèces plus ou moins semblables, mais c'est une simple analogie provenant de la conformité des conditions d'existence. Les nérinées sont les mêmes, mais les oursins sont différents.

M. Collot exprime son étonnement de voir affirmer une discordance entre le jurassique et le néocomien dans les Cévennes. Non seulement il n'a rien vu de pareil dans les Bouches-du-Rhône, où tout paraît s'être passé sensiblement de la même façon que dans les Cévennes, mais même sur des points

nombreux des Cévennes il a vu la concordance. Il pense que dans les cas où l'on a affirmé une discordance, c'est par suite de failles ou de ce fait que le néocomien a été enlevé par les érosions sur les parties convexes et est resté dans les plis concaves, ce qui lui donne une apparence de dépôt effectué dans des cuvettes et moins relevé que le jurassique.

M. Leenhardt, tout en reconnaissant que le néocomien repose sur des couches d'aspect différent, admet d'une manière générale dans le S.-E., sa concordance avec le jurassique. Il parle principalement d'après ses études sur la région du mont Ventoux.

M. de Rouville fait remarquer qu'il peut y avoir transgressivité sans différence marquée dans l'inclinaison des strates. Laissant de côté cette question incidente, il tient à appeler l'attention sur l'importance du fait signalé par M. Jeanjean, de l'intercalation de la terebratula janitor accompagnée de toute la faune qui forme son cortège habituel, entres les zones à *Am. polyplocus* et à *T. moravica*.

M. P. de LORIOL

De Genève.

LES CRINOIDES FOSSILES DE LA SUISSE.

— Séance du 30 août 1879. —

Je viens de terminer l'étude des crinoïdes répandus dans les divers gisements de la Suisse, et une brève exposition des principaux résultats de ce travail ne sera peut-être pas sans intérêt.

Grâce aux communications qui m'ont été faites par tous les musées et les collections particulières de la Suisse, le nombre des espèces que j'ai pu déterminer se monte à 124. Malheureusement, beaucoup de ces espèces, surtout dans les genres *Millericrinus* et *Pentacrinus*, n'ont encore qu'une valeur provisoire, car elles n'ont pu être caractérisées que par des fragments de tiges. Leur valeur définitive ne sera fixée que lorsqu'on connaîtra les sommets auxquels ces tiges se rapportent. Il n'est certainement pas correct, au point de vue scientifique, d'établir ainsi des espèces avec des documents fort incomplets, car, dans les crinoïdes, c'est le sommet, le calice et ses dépendances, qui constituent ou plutôt qui renferment l'animal. La tige ne peut offrir que des caractères spécifiques d'une importance très secondaire. De plus, des tiges qui se ressemblent peuvent aussi appartenir à des animaux différents, et, dans un même individu, la tige ne présente pas toujours les mêmes carac-

tères sur toute sa longueur. Cependant, bien que je sois le premier à regretter ces espèces provisoires, il faut convenir que, dans beaucoup de cas, lorsqu'on peut examiner de nombreux échantillons, on réussit à trouver dans les tiges des caractères qui présentent beaucoup de constance et permettent de reconnaître celles qui, suivant toute probabilité, ont appartenu à une même espèce. En général, ces fragments de tiges sont assez abondants, et les espèces sont assez strictement confinées dans leurs niveaux respectifs. Elles présentent donc de l'importance au point de vue stratigraphique et, dès lors, il devient nécessaire de leur donner des noms. Lorsqu'on trouvera des exemplaires complets, il faudra peut-être en réunir quelques-unes, mais, après tout, le mal ne sera pas bien grand, pas plus grand que celui qui arrive lorsque la découverte de quelque exemplaire complet d'un *Cidaris* fossile permet d'annuler une, ou deux espèces créées pour de simples radioles.

C'est la formation jurassique qui m'a fourni la très grande majorité des espèces que j'ai décrites. Deux seulement proviennent du trias et le nombre de celles de la formation crétacée ne dépasse pas vingt-sept.

Dans le genre *Encrinus*, j'ai fait connaître une nouvelle espèce, bien caractérisée par ses bras longs et grêles ; elle a été recueillie avec son sommet et sa tige dans le trias des environs de Bâle. On ne connaît encore qu'un petit nombre d'espèces certaines appartenant à ce genre spécial au trias ; la plus abondante, l'*Encrinus liliiformis* se retrouve aussi en Suisse.

Le magnifique genre *Apiocrinus*, dont d'Orbigny a fait connaître d'admirables échantillons, entièrement complets, m'a fourni quatre espèces. Deux d'entre elles, l'*Apiocrinus polycyphus* et l'*Ap. Meriani* souvent citées, étaient mal connues et confondues avec d'autres. Grâce à des individus presque complets, j'ai pu préciser leurs caractères. L'*Ap. polycyphus*, du terrain à chailles, ou séquanien inférieur, est remarquable par ses grandes proportions, sa racine énorme, sa tige épaisse, son grand calice dépourvu de pièces interradiales. L'*Ap. Meriani* paraît à peu près spécial à l'astartien ou séquanien supérieur ; il se distingue facilement par la forme de son calice et le nombre de ses interradiales.

Le genre *Millericrinus*, très voisin des *Apiocrinus*, est l'un de ceux dans lesquels beaucoup d'espèces ont dû être établies sur de simples fragments de tiges. Un bon nombre d'entre elles seront certainement conservées lorsqu'on connaîtra des exemplaires complets, car leurs caractères sont très particuliers et se sont montrés très constants dans les divers gisements où elles ont été recueillies. D'autres ont moins de chances d'être maintenues. La plupart des *Millericrinus*, dont le sommet est bien connu, ont un calice plus ou moins pyriforme, mais il s'en

trouve dont le calice est en forme de coupe étalée ou subhémisphérique. On a voulu séparer ces derniers et les rapporter aux deux genres *Ceriocrinus* et *Pomatocrinus* de Kœnig. Grâce à M. de Koninck, l'un des très rares possesseurs de la seconde partie de l'ouvrage de Kœnig, à peu près inconnu des naturalistes, j'ai pu consulter les planches qui contiennent des espèces figurées sous ces deux noms génériques. Il m'a été facile de montrer qu'il est impossible de reconnaître les types de ces deux genres nominaux et que, dans tous les cas, les espèces de *Millericrinus*, censées pouvoir leur être rattachées, ne peuvent leur appartenir. De fait elles ne doivent pas être séparées des vrais *Millericrinus*.

J'ai reconnu trente-trois espèces de *Millericrinus* dans les gisements de la Suisse. Les tiges de quelques-unes d'entre elles présentent une particularité remarquable. Elles ont été attaquées par des parasites, probablement par des mollusques, qui les perforaient. Sur chacun des points d'attaque s'est développé un bourrelet ovoïde, très volumineux par rapport à la dimension de la tige, qui présente une ou deux profondes excavations coniques dans lesquelles, probablement, se fixait le parasite. On ne saurait expliquer autrement ces singulières déformations qui n'ont pas échappé aux anciens auteurs et dont Schmiedel, en 1780, a déjà donné des figures. Dans l'expédition du *Challenger*, on a bien retiré de la mer des exemplaires d'un petit crinoïde, du *Rhizocrinus lofotensis*, infestés de *Stylifer*, mollusque gastéropode parasite sur les Echinodermes, mais j'ignore si leurs attaques ont produit sur les tiges des renflements analogues à ceux que je viens d'indiquer (*Challenger Atlantic*, t. II, p. 122).

Les *Pentacrinus* peuvent compter parmi les crinoïdes les plus connus des formations secondaires. Il n'est presque aucun gisement de fossiles jurassiques dans lequel on ne trouve des débris de leurs tiges. Dans beaucoup de localités ces animaux, si élégants, auxquels Guettard avait donné le nom de palmier marin, ont dû couvrir le fond des mers, et, cependant, malgré cette abondance, le nombre des espèces connues d'une manière complète, c'est-à-dire par le calice, les bras et la tige, est relativement très faible. La plupart de celles qui sont décrites, et c'est malheureusement le cas pour presque toutes celles que j'ai reconnues en Suisse, ne sont que provisoires et établies sur des fragments de tiges. Les pièces du calice des Pentacrines sont fort petites; elles se désarticulent facilement et il a fallu des circonstances exceptionnellement favorables pour que l'animal entier pût se conserver à l'état fossile. Ces circonstances se sont reproduites à diverses époques. Ainsi, dans certains gisements du lias, en Angleterre et en Allemagne, des plaques immenses sont couvertes de Pentacrines entièrement complètes, avec leur tige qui, dans certaines espèces, devenait excessivement longue,

atteignait 15 mètres par exemple. Ainsi encore, aux environs de Mâcon et en Lorraine, on trouve dans l'étage bathonien des plaques également couvertes de Pentacrines complètes ou à peu près, appartenant au groupe si curieux dont le *Pent. briarcus* est le type. On citerait encore d'autres exemples semblables, mais, en revanche, dans le plus grand nombre des cas, on trouve, dans un même gisement, des centaines et des milliers de fragments de tiges se rapportant évidemment à une même espèce, dont le sommet demeure entièrement inconnu.

A ma connaissance du moins, on n'a point encore cité de Pentacrines avant la formation triasique, dans laquelle quelques rares espèces sont connues par des fragments de tige. C'est dans le lias que le genre prend soudain un très grand développement, et l'on voit apparaître, à cette époque, des espèces nombreuses, très variées, la plupart de grande taille, le plus souvent représentées par d'innombrables individus. On connaît encore de nombreuses espèces dans les étages bajocien, bathonien et oxfordien. Dans le jurassique supérieur, leur nombre diminue; il devient plus faible encore dans la formation crétacée; quelques-unes seulement ont été recueillies dans les couches tertiaires, et, jusqu'à ces dernières années, on n'en connaissait que deux seulement dans les mers actuelles, citées parmi les plus grandes raretés zoologiques. Les dernières expéditions de dragage en ont fait découvrir deux nouvelles très curieuses, et il est permis de croire que, peu à peu, grâce aux puissants moyens d'investigation que l'on possède maintenant, quelques nouvelles espèces vivantes viendront s'ajouter aux quatre que l'on connaît déjà.

Dans les gisements de la Suisse j'ai reconnu quarante-trois espèces de *Pentacrinus*, dont sept seulement sont crétacées; toutes les autres appartiennent à la formation jurassique.

Les *Apiocrinus*, les *Millericrinus*, dont il a été question, vivaient attachés sur les corps sous-marins par de solides racines, d'un volume souvent énorme, qui se subdivisaient en nombreuses radicules; nous les retrouvons à l'état fossile. De cette racine partent une ou plusieurs tiges composées de nombreux articles qui s'articulent de manière à les rendre flexibles; au sommet se trouve le calice, ou cavité viscérale de l'animal, et sur le calice s'articulent des bras plus ou moins nombreux. Dans les *Pentacrinus* nous retrouvons un sommet analogue, supporté par une tige articulée qui est munie de cirrhes verticillés plus ou moins nombreux; mais jamais encore on n'a trouvé des fragments de tiges adhérents à une racine. On ne connaît point de racines de *Pentacrinus*, pas même celles des espèces dont j'ai parlé, qui couvrent les plaques du lias, et dont les longues tiges sont encore intactes. Une question se présentait : les *Pentacrinus* vivaient-ils fixés au fond de la mer ou

pouvaient-ils flotter librement ? Jusqu'à l'année dernière, on ne connaissait point la base de la tige des grandes Pentacrines qui vivent dans les mers des Antilles, parce que tous les exemplaires recueillis avaient la tige brisée à une plus ou moins grande distance du sommet. Dans les dernières expéditions de dragage, entreprises par M. Alexandre Agassiz avec le navire *Blake*, un grand nombre d'exemplaires des deux espèces de *Pentacrinus* des Antilles ont été retirés de la mer par 350 mètres de profondeur, et il paraît qu'elles foisonnent dans ces parages, car un seul coup de drague en a ramené 124 individus. D'autres encore ont été trouvés sur le câble télégraphique des Antilles. Ces découvertes ont fait connaître enfin la base de la tige de ces Pentacrines. Elles vivent attachées sur les corps sous-marins, non par une véritable racine, mais par une simple expansion de la base de la tige, une sorte de pied qui les fait adhérer très fortement (Al. Agassiz, *Bulletin of the Museum of comparative zoology at Cambridge*, vol. V, n° 14, p. 296). Tout fait supposer qu'il en a été de même pour les grandes Pentacrines du lias, par exemple, et que, attachées au fond par une faible expansion elles laissaient balancer leurs longues tiges flexibles dans les eaux calmes des profondeurs où elles vivaient, sans doute, comme leurs congénères des mers actuelles.

Il n'en est pas de même pour toutes les Pentacrines, et les deux espèces récemment découvertes paraissent avoir eu un mode de vivre différent. D'après M. Wyville Thomson, qui a pu en examiner un certain nombre d'exemplaires, leurs tiges sont toujours fort courtes, à peine plus longues que le sommet, elles sont complètes, car leur extrémité n'est point brisée, mais arrondie comme une sorte de bouton, ce qui indique évidemment qu'elle est intacte. M. Thomson a montré par l'étude des jeunes de l'une des espèces, que cet animal devait être fixé pendant sa jeunesse, puisque, arrivé à une certaine période de son développement, sa tige se détachait, et qu'il pouvait dès lors flotter librement ou, plus probablement, se mouvoir sur le fond à l'aide de ses cirrhes. Tel a été le cas également, j'en suis persuadé, pour le *Pentacrinus Dargniesi*, du bathonien, dont M. Chabas, l'illustre égyptologue, a recueilli un grand nombre d'individus dans les carrières de Sennecey, près de Mâcon, avec leur sommet complet et des fragments de tige toujours fort courts, et munis de cirrhes extrêmement nombreux et d'une longueur extraordinaire (1).

Il faut croire que, peu à peu, par de nouvelles découvertes semblables, sur les espèces vivantes et fossiles, on arrivera à pouvoir établir,

(1) Chabas, *Notice sur une couche abondante des crinoïdes fossiles*, 1877.

dans le grand genre *Pentacrinus*, quelques coupes naturelles. Pour le moment la chose ne serait pas facile, parce que trop peu d'espèces sont suffisamment connues. Agassiz avait cru pouvoir séparer, sous le nom de *Balanocrinus*, un genre qui aurait eu les caractères les plus singuliers, un calice ovoïde, fort gros, sur lequel on ne distinguait point les pièces ordinaires. Croyant reconnaître, à la base, une facette articulaire semblable à celle du *Pentacrinus subteres*, il pensa que ce calice curieux était celui de cette espèce, très connue de la plupart des géologues; ses tiges sont très abondante, dans les couches oxfordiennes et séquaniennes, et on la trouve inscrite dans un grand nombre d'ouvrages sous le nom de *Balanocrinus subteres*. Un examen très attentif de l'échantillon sur lequel Agassiz établissait son genre, qui est conservé au musée de Bâle, m'a montré que ce prétendu calice n'est autre chose qu'un fragment de tige de *Millericrinus*, renflé et déformé par l'attaque d'un parasite, semblable à ceux dont j'ai parlé plus haut, et que sa facette articulaire n'est pas celle d'un *Pentacrinus*, mais celle d'un *Millericrinus*. Le genre *Balanocrinus*, tel que l'avait compris Agassiz, c'est-à-dire ayant ce soi-disant calice pour type, doit donc être abandonné. Cependant j'ai cru devoir grouper provisoirement, sous cette même dénomination bien connue, mais en ne me basant cette fois que sur les caractères de la facette articulaire des articles de la tige, certaines espèces, parmi lesquelles le *Balanocrinus subteres*, qui peut être regardé comme le type de cette subdivision. Dans toutes ces espèces, cette facette articulaire, au lieu de présenter les cinq pétales d'une rosace, est divisée en cinq secteurs parfaitement réguliers, séparés par de petits cordons rectilignes et crénelés. Les tiges sont cylindriques ou régulièrement prismatiques. On trouve des espèces appartenant à ce groupe depuis le lias jusqu'à l'étage valangien ou néocomien inférieur, mais, jusqu'à présent, les calices auxquels appartiennent les tiges sont demeurés inconnus. C'est pourquoi le genre, ou sous-genre *Balanocrinus*, demeure provisoire, mais sera commode comme groupement d'espèces, ses caractères étant très faciles à reconnaître.

Je dirai encore, en passant, pour montrer la nécessité de faire de nouvelles coupes dans le genre *Pentacrinus*, qu'il est avéré, pour certaines espèces, le *Pent. briareus* et le *Pent. subangularis*, que le calice était recouvert d'une membrane protégée par des plaquettes calcaires qui se prolongeait beaucoup entre les bras, à la manière de la trompe de plusieurs genres paléozoïques. Rien de semblable ne se voit dans les Pentacrines vivantes, et il faudra rétablir, en le précisant, le genre mal défini nommé *Extracrinus* par Austin.

La famille des *Eugeniacrinidées* est richement représentée dans les couches fossilifères de la Suisse. Le genre *Eugeniacrinus* compte neuf

espèces, dont deux, il faut le dire, sont fondées sur des articles de tige, mais ils sont très caractéristiques. L'*Eugeniacrinus caryophyllatus*, bien connu, est une des plus abondantes; avec les calices, auxquels adhérent encore parfois les tiges, on a trouvé aussi en Suisse les curieuses pièces radiales libres, isolées à la vérité, mais qui, ainsi que M. Quenstedt l'a parfaitement démontré, appartiennent certainement à l'espèce. Ces troisièmes radiales, fort longues, hastiformes, avaient été figurées par Goldfuss sous le nom de *Pent. paradoxus*. En se recourbant au sommet, leurs extrémités se touchaient, et elles formaient une voûte au-dessus des parties molles de l'animal; de chaque côté, vers leur milieu, se trouve une petite échancrure avec une facette articulaire sur laquelle s'attachait un bras. Ces gracieux petits crinoïdes adhéraient sur les corps sous-marins et devaient abonder dans certains parages. On ne connaît rien de semblable dans la nature actuelle. Deux espèces d'Eugeniacrines, dont les calices sont très particuliers, ont été recueillies dans les couches néocomiennes appartenant au facies nommé néocomien alpin, caractérisé par de nombreux céphalopodes, l'*Am. angulicostatus*, des *Ancyloceras*, etc.

J'ai pu constater aussi la présence de neuf espèces, bien caractérisées par leurs calices, appartenant à un genre fort curieux, le genre *Phyllocrinus*. D'Orbigny avait cru d'abord devoir le rapprocher des *Pentremites* des terrains paléozoïques; les travaux récents de M. Zittel ont clairement démontré qu'il est tout à fait voisin des Eugéniacrines. Le calice des *Phyllocrinus* présente, en effet, beaucoup d'analogie avec celui des espèces de ce dernier genre, mais, outre certaines particularités, il s'en distingue, par ses premières pièces radiales, qui, de chaque côté de leurs facettes articulaires, se prolongent en longs folioles, plus longs souvent que le calice lui-même, qui protégeaient les parties molles de l'animal, dont les bras ne pouvaient se mouvoir qu'entre d'étroites échancrures. Une de ces espèces de *Phyllocrinus* provient du callovien, trois de l'oxfordien, quatre du néocomien et toutes de gisements alpins. La plus remarquable, par sa taille, ses caractères, sa tige relativement énorme, provient de blocs qui se trouvent dans le fhlysch de la chaîne des Kurfirsten (S. Gall) que M. Moesch rapporte au tithonique, mais dont le véritable niveau n'est pas encore très bien établi.

Pour terminer ce que j'ai à dire sur la famille des Eugéniacrinidées, je mentionnerai encore un genre nouveau que j'ai été obligé d'établir pour un petit crinoïde fort intéressant de la zone à *Am. transversarius*. Il se compose d'une cupule irrégulière, fortement adhérente par sa base. Sur un seul côté se trouvent deux pièces radiales superposées, dont la supérieure est axillaire et portait deux bras subdivisés ou non. Les quatre échantillons connus étant parfaitement conservés, il est

facile de s'assurer que l'espèce ne possédait, en réalité, qu'une seule pièce radiale *axillaire*, ce qui est une fort grande anomalie. Les facettes articulaires sont identiques à celles des Eugéniacrines.

La famille des *Comatulidées* n'est pas moins bien représentée que celle des *Eugéniacrinidées*, et je n'ai pas eu à décrire moins de douze espèces d'*Antedon* dont plusieurs sont nouvelles, et très nettement caractérisées. Six d'entre elles sont jurassiques, les six autres sont crétacées et proviennent de l'étage valangien. Quelques-unes de cet espèces se font remarquer par des dimensions tout à fait exceptionnelles. Le genre *Antedon*, plus connu sous le nom de *Comatula*, que lui avait imposé Lamarck, et qui a dû être abandonné pour obéir aux lois de la priorité, n'a pas encore été signalé avant l'étage bathonien. Dans les étages supérieurs de la formation jurassique on en connaît quelques espèces. Leur nombre augmente ensuite, particulièrement dans les craies supérieures. On n'a encore découvert que peu d'espèces dans les gisements tertiaires, mais le genre prend un grand développement à l'époque actuelle. Plus de cinquante espèces, vivant dans les diverses mers du globe, sont déjà décrites, et les récentes expéditions de dragage en ont fait connaître plusieurs autres. Il importe toutefois de remarquer, à propos du petit nombre relatif des espèces fossiles, que les calices peuvent facilement échapper, à cause de leur petitesse, et que, à mesure que les recherches se multiplient, le nombre de ces espèces tend à augmenter. La presque totalité de ces espèces fossiles ne sont encore connues que par leur calice. Aussi dois-je mentionner, comme présentant un grand intérêt, la découverte faite par M. Scheurer, dans l'étage ptérocérien des environs d'Audincourt (Doubs), de nombreux exemplaires d'un nouvel *Antedon*, entièrement complets, avec le calice les bras et les cirrhes.

Depuis un bon nombre d'années déjà, il a été clairement démontré que les *Antedon*, avant d'arriver à leur dernier développement, possèdent une tige adhérente aux corps sous marins. Les jeunes d'une espèce commune dans les mers d'Europe, l'*Antedon rosaceus*, avaient été décrits sous le nom de *Pentacrinus europæus*. Parvenu à l'état adulte l'*Antédon* se débarrasse de sa tige et flotte librement dans les eaux. J'ai eu la bonne fortune de trouver le calice d'un jeune individu, appartenant à une espèce de l'étage valangien ; il porte encore, à sa base, la facette articulaire de la tige qui le retenait fixé.

Enfin, en dernier lieu, j'ai encore à mentionner un genre curieux, le genre *Ophiocrinus*, qui appartient à la famille des comatulidées, mais dont les espèces ne possèdent que cinq bras, qui restent simples depuis leur origine. Dans tous les *Antedon* il y a dix bras, plus ou moins divisés, qui partent deux par deux des cinq pièces radiales axillaires. Ces

dernières pièces n'existent pas dans les *Ophiocrinus*. Une espèce vivante a été découverte aux Philippines par M. Semper, qui a établi le genre. J'en ai décrit précédemment une seconde espèce de l'étage urgonien, dont j'ai fait connaître des exemplaires complets avec leurs bras et leurs cirrhes. Depuis lors de nouveaux échantillons, assez nombreux, ont été découverts et j'ai pu compléter encore ce que l'on savait déjà sur ce crinoïde intéressant. D'autres espèces devront peut-être rentrer dans ce genre, lorsqu'un plus grand nombre de celles qui ont été décrites sous le nom d'*Antedon*, seront connues, non seulement par leur calice, mais encore par leurs pièces radiales libres et par leurs bras.

Le chiffre de cent vingt-quatre espèces de crinoïdes, trouvées jusqu'ici dans les divers gisements des terrains fossilifères de la Suisse, est relativement faible. Il est permis d'espérer qu'il s'augmentera, à mesure que les recherches deviendront plus exactes et plus nombreuses. Cependant on a déjà beaucoup cherché, et soigneusement, et depuis un grand nombre d'années, aussi me paraît-il probable que cette augmentation possible ne sera pas bien considérable. Ce qui tend encore à le faire supposer, c'est que ce nombre d'espèces est assez en rapport avec ce que nous connaissons des gisements contemporains, dans d'autres contrées.

Pour peu que l'on cherche à se rendre compte de la distribution des crinoïdes fossiles dans les diverses périodes géologiques, il est impossible de ne pas être frappé de la décroissance rapide du nombre de leurs espèces et du rôle toujours moins grand qu'ils ont joué dans les faunes marines, depuis l'époque silurienne jusqu'à maintenant. Dans cette formation silurienne, d'une si haute antiquité, les crinoïdes abondent et ils sont représentés par les formes et les organisations les plus variées. Pour donner une idée de cette richesse, je dirai que les seuls gisements siluriens de la Suède ont déjà fourni cent quatre-vingt-dix-neuf espèces de crinoïdes ; les gisements siluriens d'Amérique, etc., en renferment une quantité d'autres. Il en est à peu près de même dans toute la période paléozoïque, mais la décadence commence immédiatement après.

Tous les anciens genres s'éteignent avec la fin de l'époque carbonifère; presque toutes les familles n'existent plus. Les nouveaux genres sont en petit nombre, de même que les espèces. On connaît relativement peu de crinoïdes jurassiques, moins encore de crinoïdes crétacés et très peu de crinoïdes tertiaires.

Dans les mers actuelles, à l'exception de la famille des Comatulidées, et même presque du seul genre *antedon* qui, ainsi que je l'ai dit, est largement représenté, voici, d'après tous les renseignements que j'ai pu recueillir, le relevé des espèces connues jusqu'ici : il n'est pas long, il y en a douze.

L'*Hyponome Sarsi*, Loven, espèce encore mal connue, mais qui paraît devoir se rapprocher des Comatulidées.

Une ou peut-être deux espèces d'*Holopus*, fort rares, dont on ne connaît que deux ou trois échantillons des mers des Antilles, un large pied court, à base dilatée, les attache solidement aux corps sous-marins.

Dans la famille des *Apiocrinidées*, crinoïdes à tige adhérente, et sans cirrhes, on compte deux espèces de *Rhizocrinus*, dont l'une a été draguée depuis la Norwège jusqu'aux Florides ; deux espèces de *Bathycrinus*, et une espèce de *Hyocrinus* toutes trois draguées par M. Wyville Thomson, dans l'Atlantique, l'une à 4,900 mètres, les deux autres à 3,700 mètres ; de plus, une espèce de *Ilycrinus*, qui ressemble aux précédentes et a été draguée par l'expédition suédoise dans les mers du Nord à 2,992 mètres.

Enfin, quatre espèces de *Pentacrinus*.

Voilà, je crois, tout ce que l'on connaît, en fait de crinoïdes, dans les mers actuelles, indépendamment des Comatulidées. Ce n'est certes pas beaucoup. Le nombre en sera augmenté, cela est probable, à mesure que les grandes expéditions de dragage se multiplieront. Cependant on ne peut guère espérer voir ce chiffre d'espèces s'accroître d'une manière un peu considérable, puisque, d'un côté, le travail énorme de l'expédition du *Challenger*, dans l'océan Atlantique, n'a procuré que trois espèces, et que, de l'autre, nous voyons les gisements tertiaires, déjà si bien exploités, fournir un nombre de crinoïdes si restreint.

Évidemment les crinoïdes adhérents, parmi lesquels se trouvent, à peu d'exceptions près, tous les genres perdus, tendent à disparaître des faunes marines, tandis qu'en revanche, la famille des *Comatulidées*, composée de crinoïdes libres, semble, dans l'époque actuelle, arriver à l'apogée de son développement.

M. Charles GRAD

Correspondant de l'Institut géologique de Vienne.

SUR LA FORMATION DES CHARBONS FEUILLETÉS GLACIAIRES DE LA SUISSE.

— Séance du 30 août 1879. —

Je viens soumettre à l'attention de notre section de géologie quelques observations sur une formation de charbons feuilletés exploités en Suisse dans le bassin de la Limmat et sur les bords du lac de

Constance. Cette formation comprise entre des dépôts de graviers recouverts de blocs erratiques date de l'époque glaciaire, d'une phase antérieure à la dernière extension des glaciers en dehors des Alpes. Le charbon employé comme combustible atteint 1 à 2 mètres, et sur certains points 4 mètres d'épaisseur. Ses couches constituent une masse compacte de couleur brune foncée, tout imprégnée d'eau, mais qui s'écaille et se décompose en feuillets sous l'effet de la dessication à l'air. Il se compose de mousses comprimées, mélangées de roseaux et de racines, avec du bois, des cônes de pin et de sapin. Bois, cônes et roseaux sont aplatis dans le sens des feuillets, de telle sorte que le grand diamètre dépasse quatre et même jusqu'à six fois le petit. Que le bois soit en morceaux ou en troncs entiers, on y voit encore les cercles annuels de croissance, souvent contournés ou fondus ensemble sous la pression. Certains troncs en ont jusqu'à cent, et le corps ligneux, l'écorce et les racines restent bien distincts. Une substance noirâtre qui salit les doigts au toucher, provenant probablement de la putréfaction des plantes herbacées, entoure le bois, comme dans la tourbe ordinaire. Comme combustible, la tonne de charbon représente l'équivalent de 20 mètres cubes de bois de hêtre et 30 mètres cubes de sapin.

L'extraction se pratique par des galeries à fleur de terre et par quatre ou cinq puits. Les puits dépassent 30 mètres de profondeur, tandis que les galeries s'avancent tout près du village de Gauen. Découvert par hasard, ce gisement est exploité depuis 1826. Il se trouve à 515 mètres d'altitude, à 90 mètres au-dessus du fond de la vallée. Dans la chaîne du Gubel, une paroi verticale à nu laisse voir sur une hauteur de 30 mètres la succession des couches de sable et de gravier qui recouvrent le charbon. Il y a trois lits de combustible, à peu près horizontaux. Le lit supérieur a 5 pieds d'épaisseur, le lit inférieur 3 pieds ; le lit intermédiaire de quelques pouces seulement disparaît dans les puits vers le nord. Entre le lit d'en haut et celui d'en bas, il y a 7 à 9 mètres d'argile de couleur claire. Des veines minces d'argile traversent également les lits de charbon. Immédiatement au-dessus du charbon, la coupe du terrain indique un banc de gravier, puis une couche de sable d'un gris rouge supportant d'autres amas de cailloux roulés de la grosseur d'une noix à celle d'un poing. Ce sont des galets de granite, de quartz, de sernifit et de grès enveloppés de sable peu cohérent. Deux blocs énormes de nagelfluh bigarrée gisent au sommet de la colline. Escher de la Linth a vu le charbon en contact avec la molasse tertiaire dans une tranchée de la route de Gauen comblée ou recouverte depuis.

A Durnten, les mêmes charbons feuilletés reparaissent à l'altitude de 515 mètres au-dessus de la mer, comme à Utznach, au milieu de

collines boisées et plus ou moins ravinées sur leurs flancs. Les premières fouilles pour la recherche de combustible ont été faites en 1854 dans la colline appelée Oberberg, puis continuées à partir de 1862 au Binsberg. L'extraction du charbon à l'Oberberg donna de 1854 à 1862 environ 2,500 tonnes sur une surface de 8,090 toises carrées. Abandonnée un moment par suite de l'appauvrissement du gisement, la hausse du combustible l'a fait reprendre depuis. Cette formation est assez tourmentée. J'ai trouvé les couches exploitées d'une part à 10 mètres, de l'autre à 4 mètres de profondeur. Dans l'ensemble, elles paraissent relevées du côté de la montagne. Sur un point des galeries, un fort filon de gravier traverse obliquement le charbon. Sur un autre l'argile y entre sous forme de coin. Sur d'autres encore le dépôt carbonifère remplit des poches dans le gravier ou l'argile, ou bien il se redresse verticalement recouvert seulement à la surface du sol d'un peu de terre végétale. Ces accidents dénotent des glissements survenus après la formation du charbon. La puissance des couches s'est réduite de 5 pieds d'épaisseur à 2 ou à 3, après avoir atteint jusqu'à 12 pieds par place. Les bandes argileuses qui traversent le charbon sont de couleur foncée, tandis que les grandes couches d'argile sont claires. En restant à l'air, les mottes de charbon en contact avec l'argile blanchissent et les ouvriers ôtent avec soin ces parties blanches à coups de hache. Tout le gisement du charbon repose sur une argile fine d'un gris jaune, sur lequel les couches de combustible tranchent nettement par leur nuance noire. Un puits de 10 mètres de profondeur creusé dans l'argile sous le charbon traversa un banc de cailloux roulés pris dans une terre glaise compacte et le forage fut arrêté par l'abondance de l'eau. Ailleurs une autre tranchée montra, immédiatement sous le charbon, beaucoup de pierres roulées prises dans l'argile. Ces pierres sont des cailloux siliceux ou de grès pareils à ceux de la nagelfluh des montagnes voisines. Je n'y ai pas remarqué de stries glaciaires. Presque partout la terre argileuse se trouve à la base de ces dépôts. M. Heer a relevé dans l'endroit de la plus grande épaisseur la coupe suivante : à la base, sable fin jaunâtre et terre glaise; couche de charbon ; cailloux roulés, avec nid de sable fin ; argile gris clair, renfermant par place des cailloux roulés ; veine de charbon d'un demi pied d'épaisseur ; argile surmontée de sept lits de sable alternant avec des bancs de cailloux roulés ; à la surface, blocs erratiques de calcaire alpin et de sernifit des Alpes. L'épaisseur des bancs de gravier varie beaucoup d'un point à l'autre et la surface du terrain est inégale, coupée de ravins.

Entre Dürnten et Utznach, au village d'Eschenbach, sur la rive gauche du lac de Zurich, on trouve un autre petit gisement de charbon feuilleté, également situé à l'altitude de 515 mètres. On en trouve aussi

des traces à la même hauteur au Buchberg de Wangen, vis-à-vis d'Utznach, ainsi qu'à Kaltbrunnen, dans la vallée de la Linth. Sur le parcours du chemin de fer de Zurich à Rapperschwyl, on a encore découvert un gisement de charbon sur le territoire d'Unter-Wetzikon. Ce gisement, mis au jour en 1857, a été exploité à partir de 1861 et paraît maintenant épuisé, mais j'ai encore vu de grandes quantités de charbon de sa provenance. Comme à Dürnten, le charbon reposait sur une argile de couleur claire, pareille au blanc-fond des marais tourbeux. Au-dessus du charbon, il y avait de 4 à 10 mètres de gravier, avec des blocs erratiques. Selon M. Heer, « les cailloux roulés reparaissent au-dessous de l'argile, et avec eux des blocs calcaires striés, un bloc de granite de Pontaigles et un bloc erratique de 6 pieds de diamètre (1). » J'ai ramassé à 500 pas de la station de Wetzikon beaucoup de galets striés d'origine alpine, autour d'une roche polie à découvert près du chemin de fer et qui porte des stries fines et des cannelures parallèles à la voie. La roche polie est du grès de molasse en place, à grains fins de couleur grisâtre. Un peu tendre, ce grès ne doit pas conserver les stries glaciaires dans les parties exposées à l'air. Dans la tranchée ouverte au-dessus de la roche polie, et dans le gravier, sur une hauteur de 5 mètres, lors de la construction du chemin de fer, il y a des galets avec stries, de la grosseur d'une tête, entourée de boue glaciaire fort tenace faisant ciment. Une coupe idéale dressée à l'aide de nombreux forages exécutés par M. Messikomer à travers la vallée de l'Aa, lors de ses recherches sur les constructions lacustres de cette région, donne la succession de couches suivante, de haut en bas :

1° Terre végétale, 1 pied et demi ;

2° Tourbe, 5 à 7 pieds, avec une veine d'argile molle ;

3° Argile molle, un demi-pied à un pied ;

4° Débris des habitations lacustres, un pied, avec pommes de pin carbonisées, grains de blé, tissus, ustensiles et armes ;

5° Blanc-fond avec coquillages ;

6° Gravier et sable, 10 à 12 pieds ;

7° Charbon feuilleté, 1 à 5 pieds ;

8° Blanc-fond, un demi pied ;

9° Cailloux roulés ;

10° Molasse, avec lit de marne et de lignite.

En fait de fossiles, la formation des charbons feuilletés, soit dans le charbon même, soit dans les argiles intermédiaires, vingt-quatre espèces de plantes, des ossements de mammifères, des coquilles de mollusques et

(1) Oswald Heer : *Die Urweld der Schweitz.*

des restes d'insectes. Les insectes du charbon appartiennent presque tous au genre *Donacia*, dont on ramasse les élytres par centaines. Ces élytres, par leurs couleurs métalliques bleues et vertes, ressortent en taches brillantes sur le fond noir du charbon. Ils proviennent des deux espèces *Donacia discolor* et *D. sericea* qui vivent encore sur les plantes des marais et au bord des lacs de la Suisse. En outre, M. Heer cite dans les argiles carbonifères de Dürnten l'*Hylobius rugosus*, espèce éteinte, proche parente de l'*H. Pineti ;* puis dans les argiles claires le *Pterostichus nigrita*, petit coléoptère encore commun dans le pays, le *Carabites diluvianus* et le *C. ardicolis* aujourd'hui éteints. Les mollusques fréquents dans l'argile sont le *Pisidium obliquum*, la *Valvata obtusa*, la *V. depressa* qui vivent encore en Suisse dans les ruisseaux des tourbières. A Dürnten, on a découvert de belles molaires d'éléphant au fond de la couche carbonifère. Ce sont des dents d'*Elephas antiquus*, espèce voisine de l'éléphant africain actuel par la taille et la forme. A la face supérieure, la dernière molaire de la mâchoire a 67 millimètres de diamètre. Elle est garnie de douze protubérances transversales, allongées, dont les bords émaillés sont ondulés et portent des tubercules plus ou moins prononcés. Les argiles des charbons feuilletés de Dürnten fournirent aussi un squelette presque complet du *Rhinoceros etruscus* de Falconer, des ossements de *Bos primigenius* découverts également à Utznach avec des dents et des mâchoires d'*Ursus speleus*. Selon le professeur Rutimeyer, le *Bos primigenius* ou aurochs serait la souche du bœuf domestique actuel de la Suisse. Quant à l'*Ursus speleus*, ou ours des cavernes, non seulement il avait une taille supérieure à celle de l'ours actuel des Alpes, mais son front était plus bombé et ses dents plus grosses, avec bosse entre les canines et les premières vraies molaires.

Parmi les restes des végétaux de la formation des charbons feuilletés, nous avons le sapin commun, *Pinus abies;* le pin sylvestre, *Pinus sylvestris*, et le pin des montagnes, *Pinus montana ;* le mélèze, *Pinus larix*, l'if, *Taxus boccata;* le bouleau blanc, *Betula alba;* le chêne, *Quercus robur;* l'érable faux-platane, *Acer pseudo-platanus;* le noisetier, *Coryllus avellana ovata;* le framboisier, *Rubus idæus ;* la myrtille ponctuée, *Vaccinium vitisidæ;* des fruits de *Galium palustre ;* le roseau, *Phragmites communis ;* le trèfle d'eau, *Menyanthes trifoliata ;* le macre flottant, *Trapa natans;* le *Scirpus lacustris*. Comme cryptogames, notre ami, M. Schimper a reconnu le *Sphagnum cymbifolium*, mousse des marais, qui existe encore en Suisse et aussi dans les Vosges où elle forme des touffes raides très denses ; l'*Hypnum lignitorum*, la plus commune des hypnacées dans les charbons de Dürnten, intermédiaire entre l'*H. palustre* et l'*H. ochraceum*, qui se rencontrent dans les ruisseaux des montagnes et poussent

sur le bois pourri et sur les pierres: l'*H. priscum*, semblable à l'*H. sarmentosum*, répandu depuis la Laponie jusque dans les marais des Alpes tyroliennes; une autre espèce qui rappelle les *H. stramineum* et *H. trifarium* des marais tourbeux et des ruisseaux des montagnes; le *Thuidium antiquum*, trouvé à Mörschwyl et semblable au *Th. delicatenum* actuel de la Suisse et des Vosges. M. Heer cite une seule espèce de cryptogame vasculaire représentée par les tiges articulées et striées de la frêle *Equisetum limosum*. Les phanérogames de la formation des charbons feuilletés se rapportent toutes à des espèces vivantes, à la seule exception d'un nénuphar, représenté par des graines seulement, et que le professeur Caspary classe dans un genre spécial, *Holopleura*. Les espèces qui ne croissent pas dans les tourbières et qui se rencontrent dans les bancs d'argile de la formation, l'if, le framboisier, le noisetier, le macre, y ont été amenés du voisinage par les eaux pour s'enfouir dans le limon lors des inondations. Rappelons que le chêne a fourni un gland avec cupule à Mörschwyl, le noisetier des fruits également à Mörchswyl et à Dürnten. Puis le pin sylvestre, le pin des montagnes, le sapin, le mélèze, le bouleau, ont donné du bois et des fruits. Les cones de sapin sont plus petits que ceux de l'espèce actuelle en Suisse et se rapprochent des fruits du sapin dans le nord de la Russie, mais l'examen microscopique de la texture du bois n'indique aucune différence. Quantité de cones de pins sont rongés de la même manière que ceux que nous voyons dépecer dans nos forêts par l'écureuil pour en retirer les graines et dont le botaniste Lindley fait par erreur une espèce spéciale.

Dans les diverses localités où nous venons d'examiner la formation des charbons feuilletés, les couches de combustible sont recouvertes par des amas de gravier, accompagnés de blocs erratiques, et ils reposent sur des grès de molasse, soit immédiatement, soit au-dessus d'une argile grisâtre englobent parfois des cailloux plus ou moins gros. Cette argile représente le blanc-fond des marais et renferme de nombreuses coquilles de valvates et d'anodontes. Les grès de la molasse sont en partie durs et compactes, en partie tendres ou se présentent même sous la forme de sable. Ils se rangent parmi les formations tertiaires de l'époque miocène. Celui de la roche polie et striée de Wetzikon a une couleur grise et se compose de paillettes et de grains quartzeux avec du feldspath et d'autres parties minérales réunies par un ciment marneux. On l'emploie comme pierre de taille et à bâtir à Ebikon et à Utznach. Sur certains points, on croit avoir recueilli sous le charbon des pierres striées et polies d'origine glaciaire. M. Heer, dans son livre sur le *Monde primitif de la Suisse*, cite entre autres des blocs de calcaire alpin striés et du granite de Pontaigles, ramassés au milieu de cailloux roulés sous le charbon de Wetzi-

kon. D'un autre côté, le professeur Deicke indique des amas de cailloux erratiques sous le charbon exploité aux environs de Mörschwyl, sur les bords du lac de Constance, canton de Saint-Gall. Les charbons feuilletés de Mörschwyl ressemblent à la formation d'Utznach et de Dürnten. Ils fournissent par an 2,500 tonnes de combustible. Leur gisement se trouve à 544 mètres d'altitude à Krœpfel et à Huttenweid, sur le territoire de Mörschwyl. A Huttenweid, M. Deicke distingue la succession suivante de dépôts de haut en bas : 10 pieds d'argile ; 16 pieds de débris erratiques sans stries ni polis, avec blocs pesant jusqu'à 10 quintaux ; 8 pieds d'argile avec des charbons feuilletés et des troncs d'arbres debout ; 13 pieds de mêmes débris erratiques avec blocs d'un pied de diamètre au plus ; 6 pieds d'argile grise cendrée avec lambeaux de charbons ; 17 pieds de débris erratiques renfermant des blocs d'un pied d'épaisseur à la base de la coupe (1). La même succession de couches se montre à Krœpfel, avec deux lits de charbon d'un à trois pieds d'épaisseur.

La présence des roches erratiques au-dessous et au-dessus des dépôts carbonifères indiquerait une double invasion des glaciers, séparée par une période de retraite pendant laquelle se sont formés les charbons feuilletés. Nombre de géologues produisent des faits à l'appui de cette double période glaciaire. Une des observations les plus remarquables invoquée en sa faveur est celle signalée par M. Morlot dans un ravin de la Drance, près Thonon, d'un amas de 50 mètres de cailloux roulés et stratifiés reposant sur 4 mètres de calcaire alpin strié et recouvert lui-même de blocs erratiques stratifiés et striés. Je n'ai réussi à recueillir même sous le dépôt de charbon feuilleté aucune preuve bien sûre de l'action des glaciers. L'existence des blocs erratiques et des dépôts des glaciers au-dessus de la formation des charbons feuilletés est facile à constater. Mais la roche polie du chemin de fer de Wetzikon paraît avoir été striée par le glacier de la Limmat, après ou pendant son passage par-dessus les charbons feuilletés. C'est après la formation des charbons que le glacier a déposé la moraine avec galets striés qui recouvrent la roche polie. C'est le glacier qui a donné aux charbons leur structure feuilletée en les comprimant sous son poids, à la manière d'un gigantesque laminoir en mouvement. C'est encore au mouvement du glacier que nous attribuons le redressement des couches de charbon de Dürnten du côté de la montagne et leur rupture observée en différents points.

Il a fallu des siècles, des milliers d'années peut-être pour la formation des charbons feuilletés. A en juger par la présence des lits de ma-

(1) *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Saint-Gall.* 1867.

tières terreuses qui traversent les amas de charbon et qui prennent à l'air une teinte grisâtre, ceux-ci n'ont pas dû se développer d'une manière continue. Ces lits d'argile marquent des interruptions dans la croissance des mousses qui constituent le principal élément des charbons. D'où vient cette argile? Évidemment du limon déposé sur les mousses à certains moments par suite d'inondations temporaires. Les mousses qui prédominent dans la composition des charbons feuilletés ressemblent à celles des marais tourbeux ou leur sont identiques. L'abondance des joncs, les roseaux dont les longs rhyzomes noueux exigent un terrain meuble très mou, indiquent l'existence d'un ancien marais. La présence d'une quantité de graines de trèfle d'eau dans la masse du charbon concourt à établir le même fait. D'un autre côté, les animaux découverts dans les cercles de charbons, ou dans l'argile qui y est mêlée, sont des animaux qui ont vécu dans les marais ou y sont tombés par accident. Tels paraissent les escargots, les mollusques aquatiques répandus dans l'argile ou le blanc fond et qui vivent encore dans les ruisseaux des tourbières alpines. Tels sont aussi les insectes palustres si nombreux dans le charbon; sur quelques points, leurs élytres d'un bleu vif couvrent de larges surfaces. Ces insectes vivaient sur les plantes des marais comme les donacias de nos jours et quand à leur mort ils tombaient à l'eau, après la dislocation du corps, les parties les plus dures, surtout les élytres allaient au fond s'enfouir dans la masse tourbeuse.

Ainsi dans la formation des charbons feuilletés tout ressemble aux dispositions que nous observons dans nos tourbières actuelles; avec cette différence toutefois que la pression et le mouvement d'un glacier ont comprimé et soumis à une sorte de laminage la substance des charbons de Dürnten et d'Utznach. Ces dépôts indiquent l'ancien bord marécageux d'un lac, tandis que l'alternance des lits d'argile et de combustible démontre l'intervention de grands afflux d'eau, de débordements qui ont arrêté la végétation en la couvrant de vase, comme cela se voit encore dans les tourbières de nos jours. Pour revoir un lac dans la vallée de la Linth, autour des couches de charbon d'Utznach, il suffi- ait de combler les ravins situés, l'un entre Grinau et Utznach, l'autre entre Waugen et Schubelbach, sur les deux côtés du Buchberg inférieur et en arrière du lac actuel de Zurich. Nous avons vu aussi que les charbons de Dürnten, au point de leur plus grande puissance où ils ont atteint douze pieds d'épaisseur, présentent six filons d'argile intercalés entre les couches de combustible, correspondant à autant de dépôts de vase lors des débordements. Les plus fortes débacles amenaient les bancs de sable et de gravier. Avec chaque crue, venaient aussi des bois flottés, des troncs entiers ou en morceaux décortiqués qui se déposaient sur

les mousses et les roseaux. Cependant une partie de ces arbres ont dû croître et s'ensevelir sur place, car nous trouvons dans les couches d'argile avec charbon feuilleté de la Brumenwies, près Mörschwyl des troncs debout mesurant deux mètres de hauteur sur un de large. A côté des troncs, il y a des rameaux détachés avec feuilles et cônes des deux espèces du pin sylvestre et du pin des montagnes. Que les arbres soient debout ou étendus, à l'état frais et au moment de l'extraction, le bois est mou, facile à couper; mais au contraire il devient cassant et dur en séchant. Sur les troncs de bouleau l'écorce se déroule dans les parties bien conservées. Pins et bouleaux se trouvent dans toutes les couches, tandis que le sapin a seulement été observé à la base de la formation.

En France, nous avons des charbons feuilletés semblables à ceux de la Suisse, notamment en Savoie et à Biarritz. A Biarritz, M. Gaudin signale un dépôt de cette formation renfermant les graines d'une nymphéacée éteinte, l'*Holopleura Victoria*, mêlées avec celles du trèfle d'eau et accompagnées de noisettes et d'élytres colorées de donacia. En Savoie, c'est M. Pillet qui décrit une couche de charbon avec de l'argile grise sur un lit de sable fin, d'une profondeur inconnue. Au-dessus de l'argile se montrent 8 mètres de cailloux roulés, liés par un ciment calcaire dans leur partie supérieure. Puis vient un amas d'environ 30 mètres de débris erratiques non stratifiés et quelques pierres striées. La couche de charbon renferme du bois de bouleau et des cônes de sapins; l'argile des feuilles de saules des deux espèces *Salix cinerea* et *S. repens*, puis de petits carabites, des élytres de *Donacia discolor* et de *D. menyanthès*. On n'y a pas découvert d'ossements de mammifères; l'ours des cavernes et le mammouth paraissent se trouver dans des formations plus récentes.

Le mammouth n'a pas été reconnu non plus dans la formation des charbons feuilletés de la Suisse, mais nous y voyons l'*Elephas antiquus*, le *Rhinoceros etruscus*, l'*Ursus speleus*, le *Bos primigenius*. Cette dernière espèce, l'Aurochs, dont les naturalistes suisses font descendre la race actuelle du pays, vivait encore en l'Alsace et dans les Vosges du temps de Charlemagne. En ce qui concerne les inductions fournies par la végétation de l'époque sur le climat, la présence du chêne, de l'if, des gros troncs de pins avec larges cercles annuels ne révèlent pas une température alpestre ou arctique. Par contre, le pin des montagnes ne parle pas non plus en faveur d'un climat plus chaud que celui de nos jours. La plupart des végétaux déterminés prospèrent encore dans les Alpes et en Norwège entre 6 et 7 degrés centigrades de température moyenne. Nous pouvons donc admettre pour l'époque de la formation des charbons feuilletés une température moyenne à peu près pareille,

et en tous cas peu inférieure à celle de notre climat actuel. Comme à Utznach ces charbons reposent immédiatement en couches horizontales sur les grès de molasse redressés perpendiculairement, le redressement de la molasse a eu lieu avant le dépôt du charbon, et le relief de la contrée a subi des changements considérables. On peut suivre le redressement de la molasse tout le long de la chaîne des Alpes, tandis que dans la plaine suisse elle conserve sa position horizontale. La faune et la flore de la molasse si bien décrites par M. Oswald Heer, à propos des riches collections d'Oeningen recueillies au musée de Zurich (1) démontrent l'existence d'un climat beaucoup plus chaud, avec des arbres complètement étrangers à la végétation actuelle du pays. Entre le dépôt de la molasse et la formation des charbons feuilletés, nous voyons un hiatus, une période de durée plus ou moins longue, représentée suivant toute probabilité par la formation du crag de Norwich en Angleterre, par les lignites de Gandino et de la Folla d'Indune, en Italie, au-dessus des charbons feuilletés reposent immédiatement des amas de cailloux roulés et de sable avec des blocs erratiques des Alpes à découvert. Non seulement ces blocs composés de sernifit des Alpes glaronnaises, de granite et de calcaire alpin, se trouvent au-dessus des charbons d'Utznach et de Dürnten ; mais nous les rencontrons sur toute la crête de la chaîne de l'Albis jusqu'à l'Uetli d'un côté, et au sommet de Zurichberg sur l'autre rive du lac de Zurich. Nulle part dans cette région où règne la molasse, les roches dont viennent ces blocs évidemment amenés par les glaciers n'existent pas en place; mais ils forment souvent des traînées faciles à suivre, depuis le pays plat par-dessus les montagnes jusqu'à leur lieu de provenance. Quelques-uns d'entre eux atteignent d'énormes dimensions, notamment le Pflugstein déposé à 140 mètres au-dessus du Zurich, entre Wetzwyl et Erlenbach, et qui mesure 2,400 mètres cubes avec une hauteur de 20 mètres. L'invasion des glaciers qui ont amené les blocs erratiques sur les gisements carbonifères du bassin de la Limmat, exigea un climat beaucoup plus humide et un certain abaissement de la température au-dessous de la moyenne de l'époque de formation des charbons feuilletés.

En résumé, les charbons feuilletés de la Suisse proviennent non de bois flotté et entassé, mais d'amas de mousses et de végétaux palustres formés comme ceux de nos tourbières actuelles, puis comprimés sous l'effet des glaciers qui ont envahi cette formation en la couvrant de débris erratiques. L'invasion des glaciers alpins par-dessus les dépôts de Dürnten, d'Utznach et de Mörschwyl est un fait hors de doute. Peut-

(1) Heer. *Die Flora und das Klima des Tertiard Landes*, p. 59.

être même ces glaciers ont-ils déjà apparu dans la plaine suisse avant la formation des charbons, comme semblent l'indiquer quelques galets striés recueillis sous les dépôts de Mörschwyl et de Wetzikon. Dans ce cas, les glaciers des Alpes se seraient avancés dans la plaine à deux reprises, séparées par un intervalle de retraite d'assez longue durée pour le dépôt des charbons. Ce qui est certain, c'est que le climat de cette époque de formation des charbons a différé bien peu du climat de l'époque actuelle. La flore actuelle présente les mêmes espèces que la végétation des charbons feuilletés, semblable aussi à celle de la forêt fossile de Cromer, sur les côtes du comté de Norfolk. Récemment aussi M. Rutimeyer a découvert dans les charbons feuilletés un tissu en bois indiquant un ouvrage de l'industrie humaine, en sorte que l'homme semble avoir vécu en Suisse à l'époque des formations de Dürnten, avant la grande extension des glaciers qui ont recouvert ces mêmes dépôts de blocs erratiques.

M. CAZALIS DE FONDOUCE

Secrétaire général de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.

ÉROSION DE CAILLOUX QUATERNAIRES DUE A L'ACTION DU VENT ET DU SABLE.

— Séance du 3 août 1879. —

L'action érosive du sable projeté par le vent n'a plus besoin d'être démontrée, depuis les ingénieuses applications qui en ont été faites dans l'industrie. C'est en effet, sur cette propriété qu'est fondé le *soufflet à sable* que M. Thilghmann, de Philadelphie, a appliqué à la gravure et à la sculpture des corps même les plus durs. L'action érosive est, en outre, des plus rapides, car si l'on soumet une plaque de verre à un jet de sable elle est immédiatement dépolie.

Il est naturel de penser que ce pouvoir d'érosion du sable projeté par le vent peut jouer un certain rôle dans les phénomènes de la nature actuelle et qu'on doit en tenir compte dans l'étude de ceux des temps géologiques. Des observations intéressantes sur ce sujet ont été faites en Amérique en 1853 par M. Blake (1) et en Saxe en 1874 par le professeur Naumann (2). J'ai eu l'occasion d'observer dans ces dernières

(1) *On the grooving and polishing of hard Rocks and Mineral by dry sand. Am. Assoc. Proc.* 1855, p. 216-220 ; *Silliman journ.* XX, 1855, p. 178-181.
(2) *Neues Jahrbuch*, 1874, p. 337.

années des effets non moins curieux de ce pouvoir d'érosion dans une localité du département du Gard.

La portion de l'arrondissement d'Uzès qui confine au Rhône, entre l'embouchure du Gardon et celle de la Cèze, est formée, pour la plus grande partie, de terrains de l'époque pliocène, recouverts par des cailloux roulés de quartzite roux, d'origine alpine, qui représentent les anciens dépôts du fleuve au début de la période quaternaire. Dans les environs de Saint-Laurent-des-Arbres, la couche qui supporte l'assise de cailloux roulés, est formée par des sables marins siliceux de couleur jaune, renfermant parfois des ossements de mammifères terrestres (*Mastodon brevirostre, Rhinoceros megarhinus*. Cette assise, très puissante, repose sur une couche d'environ 1 mètre d'argile grise avec lignite et fossiles d'eau douce (Unios, planorbes, etc.). Le tout est supporté par des argiles bleues à *Potamides Basteroti* et forme sur les points que nous considérons, un ensemble qui n'a pas moins de 20 mètres de puissance. Les érosions qui se sont produites dans la masse de ces dépôts pendant la période quaternaire, comme conséquence de l'abaissement de la vallée du Rhône, ont donné naissance à la plaine de Saint-Laurent et aux collines qui la limitent du côté du sud. Celles-ci sont entièrement constituées par les sables profondément ravinés sur leurs flancs, et par la couche de diluvium qui les recouvre et forme toute la surface des plateaux.

Un vent violent, le *Mistral*, règne pendant la plus grande partie de l'année dans la vallée du Rhône. Sa direction est sensiblement celle de la vallée elle-même, c'est-à-dire du Nord au Sud. Un peu au-dessous du confluent de la Cèze, la vallée du Rhône est brusquement rejetée vers l'Est par l'obstacle qu'opposent au cours du fleuve les pointements turoniens de Montfaucon et, derrière eux, la barre néocomienne de Roquemaure. La plaine de Saint-Laurent se trouve ainsi être la continuation rectiligne de la partie supérieure du cours du Rhône. Elle est donc exposée à l'action directe du mistral qui, après avoir suivi la direction que lui impriment les roches secondaires de Saint-Étienne et de Chusclan, s'y précipite sans qu'aucun obstacle ait détourné ou affaibli la violence de son courant. Il soulève les grains de sable qui recouvrent la surface de la plaine, les transporte dans sa course en quantité innombrable et les projette avec violence contre les obstacles qu'ils rencontrent.

Le principal de ces obstacles est la côte sableuse et caillouteuse qui limite la plaine au Sud. Contre la masse sableuse l'action des grains projetés est nulle, la violence du choc étant amortie et détournée par le peu de résistance du dépôt; mais sur les cailloux durs de quartzite elle exerce tout son pouvoir d'érosion. Ces cailloux sont tous

rongés, entamés, et présentent une apparence qui contraste au plus haut point, par des surfaces planes, des arêtes vives, un aspect poli et vernissé, avec celle des formes arrondies qu'offrent leurs congénères dans les autres régions du même dépôt.

Lorsque j'arrivai pour la première fois dans ces parages, le 30 octobre 1876, je ramassai le premier de ces cailloux qui frappa mes yeux en croyant avoir affaire à une pierre travaillée par la main de l'homme, à quelque percuteur ou quelque molette des temps préhistoriques ; mais mon erreur ne fut pas de longue durée. Tout autour de moi, les autres cailloux présentaient des formes analogues, des traces d'usure semblables. J'avais donc affaire aux produits d'une cause naturelle.

Après avoir passé en revue les agents de la nature qui auraient pu être mis en jeu pour la production de semblables effets, je m'arrêtai à l'action des grains de sable poussés avec force par le vent, comme donnant la seule explication possible du phénomène et comme s'accordant parfaitement avec la disposition des lieux et l'observation des cailloux dans leurs diverses conditions de gisement.

Tous ceux d'entre eux qui gisent à la surface, soit dans la plaine, soit sur les coteaux, sont plus ou moins entamés, mais si l'on creuse légèrement dans le sol inculte ou, dans celui des terres cultivées, assez profondément pour atteindre les couches que n'a pas remuées la culture, on trouve les cailloux arrondis du diluvium tels qu'ils se présentent dans toute la vallée du Rhône, et on ne trouve que ceux-ci. Ils sont donc entamés par un agent dont l'action ne s'est exercée que sur ceux qui, ramenés à la surface, ont été en contact avec l'atmosphère à une époque postérieure à celle de leur dépôt.

Sur le plateau diluvien et sur le bord des escarpements, il existe des parties cultivées autour desquelles les paysans déposent en tas, après chaque culture, les plus gros d'entre les cailloux que leurs outils ont amenés à la surface du sol. On peut faire dans ces tas une observation intéressante : c'est que la plus grande partie des cailloux qui les composent ne sont entamés que d'un seul côté, celui qui fait face au Nord, à la vallée supérieure du Rhône ; celui, en un mot, qui est sous le vent lorsque souffle le mistral. L'état de l'érosion n'est pas le même pour tous, les uns étant profondément entamés, tandis que d'autres sont encore à peine atteints. Cette seconde observation nous montre que ces érosions sont dues à une cause agissant actuellement et dans la direction du Nord au Sud, qui est justement celle du sable projeté par le vent dominant du pays.

Ceux de ces cailloux qui, entraînés par les pluies d'orage, ou par toute autre cause, comme, par exemple, le piétinement des troupeaux de bêtes à laine, dévalent dans les ravinements du coteau et jusque dans

la plaine, n'atteignent pas en une seule étape la partie la plus basse de celle-ci. Un premier orage les transporte à une certaine distance, un second un peu plus loin et ainsi de suite. A toutes ces haltes, ils présentent des faces nouvelles à l'action des grains de sable, de sorte que l'érosion se fait de différents côtés et, sur chacun, d'autant plus profondément que la station sur le même point a été plus longue et que l'action du vent et du sable y a été plus prolongée. Lorsque cette action a été suffisamment durable, le caillou est comme tranché et présente du côté entamé une surface plane, et lorsque cette action s'est exercée sur différents côtés, la combinaison de ces surfaces planes engendre des arêtes vives.

Pendant une seconde visite que j'ai faite dans cette localité le 30 avril 1879, en compagnie de M. H. Nicolas, d'Avignon, un jour que le mistral régnait dans toute sa force, nous avons pu voir le sable en mouvement agissant sur les cailloux, de façon à vérifier la justesse des conclusions auxquelles m'avaient amené mes observations antérieures.

Il serait intéressant de savoir combien de temps est nécessaire pour produire les effets considérables que l'on constate sur la plupart des cailloux. Chaque grain de sable produit sur la surface qu'il vient frapper une morsure insaisissable avec nos moyens d'observation, mais le nombre de ces morsures produites pendant un ouragan est innombrable, de sorte que cet effet, isolément insensible, est multiplié dans une journée par un nombre infiniment grand : aussi des effets très sensibles peuvent-ils être produits dans un temps probablement très court C'est ce que permet de supposer l'expérience du soufflet à sable, avec lequel une plaque de verre est dépolie presque instantanément. On est amené forcément à cette conclusion, dans le cas qui nous occupe, si l'on remarque que chaque pluie qui survient déplace les cailloux ou les sables qui, en les entourant, les masquent en partie, de sorte que là où l'on reconnaît une érosion considérable produite sans changement appréciable dans la position du caillou, on doit penser que cette érosion s'est faite dans le cours d'une même saison.

Il serait d'ailleurs possible d'apprécier exactement le temps nécessaire à produire un certain effet en disposant des cailloux dans des conditions favorables pour recevoir le choc des grains de sable pendant un temps déterminé, un an par exemple ; en notant le nombre de jours ou d'heures pendant lesquels, durant cette période, ils auraient été soumis à ce choc, et les variations de la force de propulsion du vent, et en comparant leur poids au début et à la fin de la période d'observation, ou mieux encore dans l'intervalle de chaque tempête. Ce sont toutefois des expériences qu'une personne résidant sur les lieux pourrait seule entreprendre et mener à bonne fin.

DISCUSSION.

M. Pomel, à propos des cailloux corrodés par le sable signalé par M. Cazalis, pense que tous les cailloux au Sahara présentent une surface luisante par polissage même au milieu des aspérités et que cela est produit par le frottement d'un pulvérin de sable agité par les vents. Les aspérités très fréquentes sur ces cailloux reproduisent assez souvent des reliefs orographiques en miniature. Les cailloux présentés par M. Cazalis semblent au contraire être dépolis et usés sur la surface intéressée, peut-être est-ce dû à l'état plus grossier du sable mis en mouvement.

M. LEENHARDT

De Montpellier.

PRÉSENTATION D'UNE CARTE GÉOLOGIQUE DU MONT VENTOUX.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Leenhardt présente la carte géologique de la région du mont Ventoux. Il énumère les différents terrains qui occupent cette région et fait connaître par un certain nombre de coupes leurs relations stratigraphiques et les dislocations qu'ils ont subies dans le soulèvement du Ventoux.

Il insiste sur les rapports paléontologiques et stratigraphiques des terrains urgoniens et aptiens et sur les éléments que l'étude de l'urgonien poursuivie du Ventoux jusque dans la localité classique d'Orgon, dont il donne la coupe, apporte dans la discussion du terrain urgo-aptien de quelques géologues.

M. P. de LORIOL

De Genève.

NOTE SUR LES ÉCHINIDES RECUEILLIS DANS LES EXPÉDITIONS DU « CHALLENGER » ET DU « BLAKE ».

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Dans une communication précédente sur les crinoïdes fossiles de la Suisse, je disais que le nombre des espèces de crinoïdes, connues jusqu'ici dans les mers actuelles, à l'exclusion de la famille des Comatuli-

dées, ne dépassait pas douze. J'ajoutais que le travail si considérable de l'expédition anglaise du *Challenger*, dans l'Atlantique, n'avait fait connaître que trois espèces nouvelles. Les résultats de cette expédition sont bien différents, en ce qui concerne l'ordre des Échinides. M. Al. Agassiz, à qui incombe la tâche d'étudier et de décrire les Échinides rapportés par le *Challenger* (1) a publié, tout récemment, un rapport préliminaire sur le travail auquel il vient de se livrer. Le même savant a aussi récemment rendu compte des principaux faits recueillis par l'expédition américaine du *Blake* (2).

Je pense qu'il sera peut-être utile de donner quelques indications sur les résultats de ces deux expéditions, car ils ont une grande importance au point de vue des conclusions que nous pouvons tirer des recherches géologiques et paléontologiques dont nous nous occupons.

En 1874, la liste des Échinides connus dans les mers actuelles, arrêtée dans le grand ouvrage de M. Al. Agassiz (*Revision of the Echini*), se montait à 206 espèces. Depuis lors toutes les recherches entreprises par plusieurs expéditions, y compris celle du *Blake*, en ont fait connaître près d'une cinquantaine d'autres.

La seule expédition du *Challenger* a procuré 43 espèces nouvelles, et appartenant, pour la plupart, aux types les plus curieux; 16 genres sont nouveaux.

Des représentants de trois genres, connus seulement à l'état fossile, ont été retrouvés à l'état vivant. Ce sont les genres *Cottaldia* et *Catopygus* dont on n'a point encore trouvé d'espèces au delà de la craie supérieure, et le genre *Conoclypeus* qui abonde dans les terrains tertiaires, et dont *le Blake* a découvert une magnifique espèce dans les eaux du golfe du Mexique.

Les découvertes les plus importantes ont été faites dans les familles des Échinothuridées et des Holastéridées dont, il y a peu d'années, on ne connaissait aucun représentant vivant. Les Échinothuridées, famille d'oursins réguliers ayant le singulier caractère de posséder un test flexible, composé de plaques imbriquées unies par des membranes, étaient connues par quelques fragments d'une espèce, trouvés dans la craie blanche d'Angleterre, au sujet desquels on avait été longtemps dans le doute. On en connaît maintenant une douzaine d'espèces vivantes, dont huit rapportées par *le Challenger*. Dans la famille des Holastéridées, dont les représentants abondent dans les terrains crétacés, et

(1) AL. AGASSIZ. *Preliminary Report on the* « Challenger » *Echini Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, vol. 14, juin 1879.

(2) AL. AGASSIZ. *Letter on the dredging operations of the U. S. Coast Survey, Sr.* « Blake », *from. déc. 1878 to march 1879* (*Bulletin the museum of comparative Zoology at Cambridge*, vol. V, n° 14).

sont au contraire extrêmement rares dans les terrains tertiaires, beaucoup de nouvelles espèces et plusieurs genres nouveaux ont été découverts.

Les uns se rapprochent des *Échinocorys*, d'autres des *Holaster* et des *Infulaster*, la plupart sont des plus remarquables par leurs formes bizarres et leurs caractères. Toutes ces espèces vivantes de la famille des Holastéridées sont strictement limitées dans les grandes profondeurs, aucune n'a été trouvée à moins de 750 mètres, et là elles sont rares; elles se montrent plus abondantes entre 2,000 et 4,000 mètres, et on en rencontre encore à 5,600 mètres.

Il en résulte que ces espèces, de même que les espèces fossiles de la même famille, ont le test mince et très fragile, parfois même flexible, car, dans ces grandes profondeurs, le calcaire que peuvent fournir les eaux est réduit au minimum.

L'étude des données bathymétriques, qui ont toujours été notées avec le plus grand soin, pour chaque espèce, a révélé des faits vraiment extraordinaires et qui renversent bien des idées reçues. On croyait généralement que les espèces vivaient à des profondeurs assez constantes, et, jugeant par analogie, les géologues pensaient pouvoir conjecturer, de la présence de certaines espèces, que tel dépôt avait été formé dans une mer profonde, que tel autre était côtier. De semblables conclusions, basées sur l'observation des oursins, dans un très grand nombre de cas, on peut dire dans la majorité des cas, pourraient n'être point exactes. M. Agassiz cite des espèces, l'*Échinocardium australe*, par exemple, que l'on rencontre depuis le rivage jusqu'à 5,350 mètres, et le *Brissopsis lyrifera* qui se trouve depuis 30 mètres jusqu'à 2,200 mètres. Beaucoup d'espèces, sans présenter des écarts aussi énormes, ont une distribution bathymétrique extrêmement étendue. Si l'on envisage les genres, le résultat est à peu près le même; quelques espèces peuvent ne se rencontrer qu'à de faibles profondeurs, tandis que d'autres vivent dans les abîmes, et vice versa. Ainsi, on trouve des Salénies depuis 200 jusqu'à 3,700 mètres. La plupart des *Cidaris* sont côtiers, mais il en est qui se trouvent à 4,000 mètres. Les *Diadema*, les *Asteropyga* sont côtiers, mais un genre nouveau, tout voisin, va de 200 à 4,400 mètres. Parmi les Échinothuridées, un *Phormosoma* commence à 400 mètres, est assez abondant à 4,000 et descend à 5,500 mètres. Un *Maretia* (*M. planulata*) ne se trouve jamais au delà de 56 mètres, un autre (*M. alta*) va à 1,600 mètres. Je ne puis tout citer.

Un fait bien remarquable, c'est que, dans l'expédition du *Blake*, un bon nombre des espèces retirées par *le Challenger* des très grandes profondeurs ont été retrouvées dans les environs du golfe du Mexique à des profondeurs infiniment moindres, à 200 et 300 mètres, par exemple.

Cependant il est des genres et des espèces qui paraissent bien plus strictement confinés dans de certaines limites bathymétriques. Voici quelques faits que l'on peut affirmer *jusqu'à aujourd'hui*. Je viens de parler du *Maretia planulata*. Les *Echinocidaris* sont tous côtiers. Les genres de la famille des Temnopleuridées, *Salmacis*, etc., ne descendent pas au delà de 200 mètres. La famille des Clypeastroidées est aussi exclusivement littorale (à deux ou trois exceptions près). Les *Clypeaster* se trouvent toujours en dedans de la ligne de 100 brasses; on peut tirer par conséquent, de leur présence à l'état fossile, des conclusions paléontologiques très probables; on peut affirmer qu'il est à peu près certain que ceux des dépôts miocènes qui contiennent tant d'espèces de *Clypeaster*, ont été formés près des rivages. Cette famille des Clypeastroidées est peut-être la plus strictement littorale; une seule espèce, l'*Echinocyamus pusillus* a une area géographique et bathymétrique très étendue. Par contre, la famille des Holastéridées, ainsi qu'il a été dit, appartient exclusivement aux grandes profondeurs.

Les résultats fournis par la distribution géographique des espèces ne sont pas moins curieux et contraires aux notions admises. On peut dire que chaque nouvelle expédition tend à étendre notablement l'habitat d'un certain nombre d'espèces. Ceci est favorable aux déductions paléontologiques, en montrant que des espèces peuvent caractériser des dépôts contemporains, même à des distances extrêmement grandes. Je citerai quelques-uns des faits nouveaux. On trouve maintenant le *Spatangus Raschi* depuis les Hébrides jusqu'au cap de Bonne-Espérance, l'*Echinocyamus pusillus* depuis les mers du nord de l'Europe jusqu'au sud de l'Atlantique; le *Brissopsis lyrifera*, le *Schizaster fragilis* étaient connus des mers de Norvège; on les a recueillis aussi au sud de l'océan Indien.

Plusieurs autres espèces, que l'on croyait caractériser les faunes septentrionales, l'*Echinus elegans*, le *Psammechinus norvegicus*, le *Spatangus purpureus*, l'*Echinocardium flavescens*, ont été draguées sous les tropiques, mais toujours à une profondeur infiniment plus considérable que celle à laquelle elles vivent ordinairement dans le Nord, car c'est là qu'elles retrouvent des eaux suffisamment froides pour les besoins de leur existence. On a quelque peine à concevoir comment, à des profondeurs si diverses, elles trouvent toujours la nourriture qui leur convient, mais enfin il paraît qu'il en est ainsi.

J'ajouterai aux quelques détails que je viens de donner la traduction de deux faits intéressants mentionnés par M. Al. Agassiz dans son rapport sur l'expédition du *Blake* :

« Nous retirâmes, au large de Nuevitas (Cuba), d'une profondeur de » 1,988 mètres, de gros blocs de véritable craie blanche, composée

» presque uniquement de globigerines et de rotulines. De grandes quan-
» tités *d'ooze* et d'argile blanche, reconnues pour être uniquement
» de la craie blanche à divers degrés de compression, arrivèrent
» aussi dans la drague. Si ce qui se passe actuellement à cette
» profondeur ressemble quelque peu à ce qui se passait à l'époque de la
» craie, il est extrêmement facile de comprendre avec quelle perfection
» des oursins et des coquilles ont pu se conserver, une fois remplis de
» cette substance homogène qui les enveloppait et qui, par une com-
» pression graduelle, devenait de la craie blanche solide. »

« Pendant que nous draguions près des îles Caraïbes, nous avons été
» frappés des grandes quantités de matières végétales et de débris pro-
» venant des rivages que nous retirions des grandes profondeurs à plu-
» sieurs milles en mer, où ils avaient été entraînés par les vents d'est.
» Souvent, à 10 ou 15 milles du rivage, nous retirions de profondeurs
» dépassant 2,000 mètres, des masses de feuilles, de fragments de bam-
» bous et de cannes à sucre, des coquilles terrestres, etc. Le produit de
» certains coups de drague aurait certainement étonné un paléontologiste;
» il y aurait trouvé, à côté des crustacés, des échinodermes, des épon-
» ges des faunes profondes, des feuilles de manguier et d'oranger, avec
» des morceaux de bambou et des coquilles terrestres en profusion, si
» bien qu'il aurait pu hésiter à dire s'il avait devant lui un dépôt marin
» ou un dépôt terrestre. Un amalgame semblable, trouvé à l'état fossile,
» serait représenté comme un dépôt formé dans un estuaire entouré de
» forêts, et cependant la profondeur de laquelle il provenait dépassait
» souvent 3,000 mètres. »

Il est inutile d'insister sur l'immense intérêt des découvertes dont je viens de donner un aperçu, et sur leur importance. Chaque jour il devient plus nécessaire à chaque géologue, à chaque paléontologiste, de se tenir au courant des résultats de ces expéditions de dragage, dont l'utilité est si considérable pour toutes les branches de la science.

M. Georges REVOIL

PLAGES ANCIENNES DU PAYS ÇOMAL.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. Revoil expose qu'il a observé des plages soulevées, avec dépôt de sel et coquilles marines dans le pays Çomal.

DISCUSSION.

M. Pomel. — Les dépôts signalés sur la côte orientale d'Afrique pourraient appartenir à cet ensemble de plages soulevées toujours à une assez faible hauteur et qui constitue comme un cordon continu sur les rivages de la mer Rouge, de la Méditerranée et de l'Atlantique jusqu'au golfe de Guinée, plages dont l'émersion remonte aux temps quaternaires; mais il est encore probable qu'il y a des couches plus anciennes d'après la disposition et les caractères de la stratification qu'a observés le voyageur.

M. COTTEAU
Ancien président de la Société géologique de France.

CONSIDÉRATIONS STRATIGRAPHIQUES ET PALÉONTOLOGIQUES SUR LES ÉCHINIDES DE L'ÉTAGE CÉNOMANIEN DE L'ALGÉRIE.

Séance du 4er septembre 1879.

M. Peron, M. Gauthier et moi, nous venons de terminer la description des échinides cénomaniens de l'Algérie. Ce travail comprend une notice stratigraphique de M. Peron sur l'étage cénomanien si puissant et si largement développé dans nos possessions d'Afrique, et la description des nombreuses espèces d'échinides qu'on y rencontre. J'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de présenter un résumé succinct de cette étude et d'en faire connaître, au point de vue paléontologique surtout, les principaux résultats.

L'étage cénomanien dont l'épaisseur, sur certains points, dépasse 500 mètres, contribue à la formation de presque tous les grands groupes montagneux de l'Algérie, sauf peut-être ceux du littoral.

Suivant les régions où on l'observe, dans le *Tell algérien* ou sur les *hauts plateaux*, il se présente sous deux aspects bien distincts et tellement disparates qu'au premier abord on serait tenté d'y voir deux séries de couches d'âges différents, les unes représentant le cénomanien à facies crayeux du bassin parisien (étage rhotomagien), les autres les grès du Maine, et principalement certaines couches méditerranéennes du sud-ouest de la Provence. Il n'en est pas ainsi : ces dépôts, loin d'être superposés, sont, suivant toute probabilité, parallèles et synchroniques; ce sont deux facies d'un même étage, deux séries de sédiments déposés dans des conditions de fond éminemment différentes, et pré-

sentant par conséquent des faunes particulières appropriées aux conditions biologiques qui leur étaient faites. Entre ces deux séries de couches se trouvent à la limite méridionale de la région du Tell des gisements intermédiaires dont le caractère paléontologique est pour ainsi dire mixte, et qui relient le cénomanien du nord à celui du midi.

Ce vaste ensemble de couches est, sous le rapport paléontologique, d'une richesse exceptionnelle. Les échinides surtout abondent et se font remarquer par la variété de leurs genres et de leurs espèces, le nombre de leurs individus et le plus souvent leur admirable conservation.

Quatre-vingt-six espèces ont été recueillies dans l'étage cénomanien de l'Algérie :

Cardiaster pustulifer, Peron et Gauthier.
Holaster Coquandi, Id.
— *subglobosus*, Agassiz.
— *suborbicularis*, Id.
— *Barandei*, Coquand.
— *nodulosus*, d'Orbigny.
— *Toucasi*, Coquand.
— *Algirus*, Peron.
— *pyriformis*, Peron et Gauthier.
Epiaster Villei, Coquand.
— *maximus*, Id.
— *Vatonnei*, Id.
— *Henrici*, Peson et Gauthier.
— *verrucosus*, Coquand.
— *crassior*, Peron et Gauthier.
Hemiaster Meslei, Id.
— *Aumalensis*, Coquand.
— *Nicaisei*, Id.
— *Ameliæ*, Peron et Gauthier.
— *granulosus*, Coquand.
— *pseudofourneli*, Peron et Gauthier.
— *Gabrielis*, Id.
— *Batnensis*, Coquand.
— *proclivis*, Peron et Gauthier.
— *Setifensis*, Id.
— *Jullieni*, Id.
— *Saadensis*, Id.
— *Lorioli*, Id.
— *Bourguignati*, Coquand.
— *Heberti*, Peron et Gauthier.
— *Devauxi*, Coquand.
— *Chauveneti*, Peron et Gauthier.
— *Zitteli*, Coquand.
— *hippocastaneum*, Coquand.
Pygurus lampas, Desor.
Echinobrissus angustior, Gauthier.
Echinobrissus rotundus, Peron et Gauthier.
— *gibbosus*. Id.
— *Gemellaroi*, Coquand.
Phyllobrissus floridus, Cotteau.
Archiacia sandalina, Agassiz.
— *Saadensis*, Peron et Gauthier.
Pysina Tunisensis, Id.
— *crucifera*. Id.
Echinoconus castanea, d'Orbigny.
— *Thomasi*, Peron et Gauthier.
Discoïdea cylindrica, Agassiz,
— *Forgemolli*, Coquand.
— *subuculus*, Klein.
— *Jullieni*, Peron et Gauthier.
Holectypus excisus, Cotteau.
— *Cenomanensis*, Gueranger.
— *Chauveneti*, Peron et Gauthier.
Anorthopygus orbicularis, Cotteau.
Cidaris vesiculosa, Goldfuss.
— *atropha*, Peron et Gauthier.
— *angustata*, Id.
— *Cenomanensis*, Cotteau.
Rhabdocidaris Pouyannei. Id.
Salenia clavata, Peron et Gauthier.
— *Batnensis*, Id.
Peltastes acanthoides Agassiz.
— *clathratus*, Cotteau.
Goniophorus punulatus, Agassiz.
Hemicidaris Batnensis, Cotteau.
Pseudodiadema variolare, Id.
— *Algirum*, Peron et Gauthier.
— *macilentum*, Id.
— *concinnum*, Id.
Pseudodiadema margaritatum, Id.

Heterodiadema Libycum, Cotteau.
Glyphocyphus radiatus, Desor.
Pedinopsis Desori, Cotteau.
Coptophyma problematicum, Peron et Gauthier.
Orthopsis miliaris, Cotteau.
— *ovata*, Id.
Micropediria Cotteaui, Coquand.
Goniopygus Menardi, Agassiz.
Goniopygus Coquandi, Cotteau.
— *Meslei*, Peron et Gauthier.
— *Messaoud*, Id.
— *impressus*, Id
— *conicus*, Id.
Codiopsis doma, Agassiz.
— *Aissa*, Peron et Gauthier.
Cottaldia Benettiæ, Cotteau.

Sur ces quatre-vingt-six espèces, trente-sept avaient déjà été décrites et figurées ; cinquante-neuf sont signalées pour la première fois. Parmi les trente-sept espèces déjà décrites, vingt-cinq se rencontrent en France.

Holaster subglobosus, Agassiz.
— *suborbicularis*, Agassiz.
— *nodulosus*, d'Orbigny.
— *Toucasi*, Coquand.
Epiaster Villei, Id.
Pygurus lampas, Agassiz.
Archiacia sandalina, Agassiz,
Echinoconus castanea, d'Orbigny.
Discoïdea cylindrica, Agassiz.
— *subuculus*, Klein.
Holectypus excisus, Cotteau.
— *Cenomanensis*, Guéranger.
Anorthopygus orbicularis, Cotteau.
Cidaris vesiculosa, Golofuss.
— *Cenomanensis*, Cotteau.
Peltastes acanthoïdes, Agassiz.
— *clathratus*, Id.
Goniophorus lunulatus, Id.
Pseudodiadema variolare, Cotteau.
Heterodiadema Libycum, Id.
Glyphocyphus radiatus, Desor.
Goniopygus Menardi, Agassiz.
— *Coquandi*, Cotteau.
Codiopsis doma, Agassiz.
Cottaldia Benettiæ, Cotteau.

Toutes ces espèces sont essentiellement caractéristiques en France de l'étage cénomanien, et quelques-unes sont remarquables par leur abondance et leur grande extension géographique. Elles suffisent pour établir un lien étroit entre les dépôts qui se sont formés à la même époque en Europe et en Afrique.

Le bassin du Tell algérien et celui des Hauts-Plateaux, bien que plus rapprochés entre eux que le cénomanien d'Europe, offrent, dans leur faune, beaucoup moins d'analogie. Le nombre des espèces communes est très restreint. Sur les trente-trois espèces qu'on rencontre dans les couches du Tell et les cinquante-trois recueillies dans les couches des Hauts-Plateaux, deux seulement, *Hemiaster pseudofourneli* et *Pseudodiadema variolare* paraissent communes aux deux bassins. Ces faunes synchroniques et cependant si nettement tranchées offrent ce fait particulier que non seulement les espèces ne passent pas d'une région dans l'autre, mais que les genres eux-mêmes se cantonnent dans des bassins qu'ils ne franchissent pas. Le genre *Holaster* qui compte huit espèces, ainsi que le genre *Epiaster* qui en comprend six, appartiennent exclusivement au bassin du Nord, tandis que les genres *Holectypus, Goniopygus, Codiopsis*, assez nombreux cependant en espèces, n'ont de représentants

que dans les dépôts des Hauts-Plateaux. Le cénomanien du Tell algérien renferme quatorze espèces déjà signalées en France :

Holaster subglobosus, Agassiz.
— *suborbicularis*, Id.
— *nodulosus*, d'Orbigny.
— *Toucasi*, Coquand.
Epiaster Villei, Id.
Echinoconus castanea, d'Orbigny.
Discoïdea cylindrica, Agassiz.
Discoïdea subuculus, Klein.
Cidaris vesiculosa, Goldfuss.
Peltastes acanthoïdes, Agassiz.
— *clathratus*, Cotteau.
Goniophorus lunulatus, Agassiz.
Pseudodiadema variolare, Cotteau.
Glyphocyphus radiatus, Agassiz.

Le cénomanien des Hauts-Plateaux en renferme douze :

Pygurus lampas, Desor.
Archiacia sandalina, Agassiz.
Holectypus excisus, Cotteau.
— *Cenomanensis*, Guéranger.
Anorthopygus orbicularis, Cotteau.
Cidaris Cenomanensis, Id.
Pseudodiadema variolare, Cotteau.
Heterodiadema Libycum, Id.
Goniopygus Menardi. Agassiz.
— *Coquandi*, Cotteau.
Codiopsis doma, Agassiz.
Cottaldia Benettiæ, Cotteau.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur cette double liste pour se convaincre que les dépôts cénomaniens du Tell représentent le cénomanien à facies crayeux du bassin parisien (étage rhotomagien), tandis que les dépôts des Hauts-Plateaux, en dehors de toute idée de superposition, correspondent plus spécialement au grès du Maine et à certaines couches méditerranéennes du Sud-Ouest de la Provence.

Si maintenant nous considérons, au point de vue purement zoologique, les nombreux échinides que renferme l'étage cénomanien de l'Algérie, nous en trouvons plusieurs qui offrent un véritable intérêt.

Nous citerons parmi les *Spatangidées*, le *Cardiaster pustulifer*, Peron et Gauthier, qui, par sa forme générale, sa partie postérieure évidée et subrostrée, son sillon antérieur large, profond, un peu rétréci à l'ambitus, rappelle le genre *Infulaster*. De gros tubercules, visiblement crénelés et perforés, largement scrobiculés, contribuent à en faire un type tout à fait exceptionnel. Citons également l'*Epiaster verrucosus*, Coquand, décrit et figuré par M. Coquand sous le nom d'*Hemiaster verrucosus*, mais qui, en raison de l'absence probable du fasciole péripétale, se range plus naturellement parmi les *Epiaster*, espèce très curieuse se distinguant nettement de ses congénères par ses aires postérieures fortement infléchies, recourbées en forme d'arc, ses plaques interambulacraires larges, hexagones, bombées, munies de sutures déprimées et très apparentes et son test complètement couvert de gros tubercules mamelonnés et serrés. L'ensemble de ces caractères donne à l'espèce un aspect étrange, et peut-être aurait-il été nécessaire d'en faire le type d'une coupe générique nouvelle.

Le genre *Hemiaster* se présente dans l'étage cénomanien de l'Algérie

avec un développement qui mérite de fixer l'attention. Vingt espèces, parfaitement distinctes, ont été décrites et quelques-unes d'entre elles sont extrêmement abondantes. Le genre *Hemiaster* a cela de particulier qu'en Algérie toutes ces espèces paraissent propres aux régions dans lesquelles on les rencontre, et que jusqu'ici aucune d'elles n'a été indiquée, en France, dans les dépots du même âge.

Parmi les *Echinobrissidées*, nous signalerons une fort belle espèce d'*Archiacia*, *Archiacia Saadensis*, Peron et Gauthier, qui, tout en offrant quelques rapports avec l'*Archiacia Santonensis*, s'en éloigne d'une manière positive par sa forme plus élargie, son cône ambulacraire plus excentrique en avant et marqué d'un sillon antérieur très prononcé, sa face postérieure arrondie et non rostrée, son péristome plus rapproché du bord postérieur. Le terrain cénomanien des Hauts-Plateaux nous a offert également de magnifiques exemplaires de l'*Archiacia sandalina*, espèce type du genre, très rare dans les collections et toujours facilement reconnaissable à sa forme étroite à son cône ambulacraire gibbeux, oblique, fortement prolongé en avant.

Le *Discoïdea Forgemolli*, de la famille des *Echinoconidées*, nous a fourni un exemplaire pourvu de ses plaques anales. Au nombre de dix à douze, ces petites plaques sont de grandeur très inégale et entourent l'anus qui s'ouvre vers la partie voisine du péristome. Nous avons pu les comparer aux plaques de même nature déjà observées chez deux autres espèces de *Discoïdea*, *Disc. minima* et *Disc. cylindrica*, et constater les caractères qui les en éloignent ou les en rapprochent.

Parmi les échinides réguliers, nous mentionnerons en première ligne l'*Heterodiadema Libycum*, très commun dans les Hauts-Plateaux, et dont nous avons fait, il y a quelques années, le type d'un genre adopté depuis par tous les auteurs. L'appareil apical n'était connu que par son empreinte, et son prolongement anormal au milieu de l'aire interambulacraire impaire aurait pu faire penser que le périprocte était excentrique en arrière par suite peut-être de l'adjonction d'une plaque suranale, comme dans les *Acrosalenia*. La question est maintenant résolue : sur un des exemplaires décrits le périprocte est parfaitement visible, et occupe le centre de l'appareil qui ne doit sa forme particulière qu'au développement extraordinaire de la plaque génitale postérieure, ce qui exclut toute analogie avec les *Salénidées*.

Mentionnons également l'*Hemicidaris Batnensis*, dernier représentant d'un genre si abondamment répandu à l'époque jurassique : son appareil apical, formé de plaques génitales allongées, anguleuses et de plaques ocellaires placées directement sur le bord du périprocte, s'éloigne de l'appareil apical des véritables *Hemicidaris* et lui donne une physio-

nomie spéciale qui tend à le rapprocher des genres d'origine plus récente, les *Diadema*, les *Echinothrix*, etc.

L'un des types les plus curieux de l'étage cénomanien de l'Algérie est sans contredit le *Coptophyma problematicum*, Peron et Gauthier, espèce unique d'un genre nouveau, que son aspect général, l'étroitesse de ses aires ambulacraires offrant vers la base, entre chaque tubercule, de petites fossettes munies de pores, rapprochent du genre *Goniophorus*, parmi lesquels je l'avais placé dans mes *Échinides nouveaux ou peu connus*, mais qui s'en distingue certainement par son appareil apical régulier et dépourvu de plaques suranales. Les dépressions horizontales et profondes qui marquent la suture de ses plaques interambulacraires lui donnent un peu la physionomie du *Glyphocyphus* dont il se sépare du reste par tous ses autres caractères.

DISCUSSION

M. Pomel fait observer que d'après les indications de M. Cotteau on pourrait croire que le sol de l'Algérie est partout une riche mine d'échinodermes fossiles, surtout dans l'étage cénomanien. Il n'en est cependant pas ainsi, car presque partout la région du Tell est au contraire très pauvre, les beaux et riches gisements se trouvent à peu près uniquement sur les plateaux, dans la province de Constantine et dans la partie orientale de celle d'Alger. Dans tout l'ouest de l'Algérie les gisements dans ces terrains sont pauvres et rares, et ce n'est que dans les couches miocènes qu'on peut recueillir un certain nombre d'échinodermes, surtout des clypéastres qui y constituent une faune très remarquable et qui est à peine représentée dans l'est de l'Algérie.

M. COLLOT

Agrégé à l'École de pharmacie de Montpellier.

LA CRAU.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 1er septembre 1879.

M. Collot expose les raisons qui le font différer d'opinion avec M. Coquand et qui le rapprochent de M. Martins. Le premier affirme que les variolites de la Durance ne se retrouvent pas dans la Crau, le second considère au contraire cette plaine comme le lit de déjection de la Durance ayant passé par le Pertuis de Lamanon. Or, si on explore la Crau à

Lamanon même, à Miramas, Entressen, Istres, soit à la surface, soit à une profondeur de quelques mètres, on y trouve, avec les quartzites et les calcaires, les roches vertes des Alpes en abondance : variolites, euphotides, diorites. Les quartzites de la Crau se retrouvent, il est vrai, dans les alluvions du Rhône bien en amont d'Avignon, mais cela ne prouve pas l'intervention du Rhône dans la Crau de Miramas, car la Durance est aussi riche en quartzites, qu'elle arrache aux montagnes du Briançonnais. Une circonstance qui mérite particulièrement d'appeler l'attention, c'est la disposition des courbes de niveau de la Crau, qui ne sont pas ordonnées par rapport au Rhône, mais représentent les sections horizontales d'un cône dont le sommet est à Lamanon. *Un autre dépôt* caillouteux, plus ancien, correspondant à un niveau plus élevé de la Durance et à ses plus hautes terrasses, et qui a son sommet à 163 mètres, entre Lamanon et Eygnières par où il s'est écoulé, ne contient pas de roches vertes et affecte une couleur jaune. Il forme toute la lisière nord de la Crau d'Eygnières jusqu'à Saint-Martin du Crau, Raphèle et Arles. C'est sans doute cette surface restreinte que M. Coquand a visitée. L'auteur ne connaît dans la Crau rien de semblable au diluvium formé de quartzites et quartz laiteux avec argile rouge, qui forme le cailloutis le plus superficiel du département du Gard et de l'Hérault.

DISCUSSION

M. de Rouville demande à faire la distinction entre la Crau géographique et le cailloutis diluvien, rouge, de l'Hérault, auquel on donne aussi, géologiquement le nom de Crau.

M. Leenhardt a constaté, comme M. Collot, que les dépôts caillouteux s'enrichissent à la surface de cailloux silicieux par suite des actions atmosphériques qui détruisent les autres roches.

M. POMEL

Sénateur d'Oran.

PRÉSENTATION D'ARGILE COMESTIBLE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Pomel présente un morceau d'une argile que mangent les nègres visitées par M. Soleillet sur les rives du Niger.

M. de ROUVILLE

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

PHOSPHATES DE CHAUX DE CETTE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. DE ROUVILLE montre des échantillons des phosphates de chaux de Cette. Ce phophate est enfermé dans des poches du calcaire jurassique et paraît provenir d'une épigénie de ce calcaire.

M. de ROUVILLE

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

LA TRANCHÉE DE POUSSAN.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. DE ROUVILLE présente quelques indications sur la tranchée de Poussan qu'on doit traverser le lendemain en chemin de fer en se rendant à Bouzigues, dans laquelle on pourra observer un dépôt fluviatile plus récent que les sables à *Ostræa undata* ravinant le calcaire moellon. Ce dépôt fluviatile passe sur certains points à un limon rouge qui rappelle celui du Cucuron renfermant de l'Hipparion.

M. G. de TROMELIN

ÉTUDE SOMMAIRE DES FAUNES PALÉOZOIQUES DU BAS LANGUEDOC ET DES PYRÉNÉES.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. G. DE TROMELIN expose une étude sommaire des faunes paléozoïques du bas Languedoc et des Pyrénées. Il faudrait quelques planches pour figurer des fossiles paléozoïques de l'Hérault : on a très peu figuré les fossiles paléozoïques de la France.

M. de Tromelin se demande si le grès du Glauzy (Hérault) ne serait pas carbonifère.

DISCUSSION

A la suite d'une remarque de M. Collot dans le même sens, M. de Rouville indique la Grange-du-Pin comme fournissant une coupe d'après laquelle ce grès et le calcaire qui le surmonte doivent être considérés comme siluriens.

MM. G. de TROMELIN et LEBESCONTE

SUPPLÉMENT AU CATALOGUE DES FOSSILES SILURIENS DE L'ANJOU ET DE LA BRETAGNE.

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. MORIÈRE

Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Caen.

NOTE SUR UNE STATION DE SILURIEN A LA BRÈCHE-AU-DIABLE (CALVADOS).

— Séance du 3 septembre 1879. —

Lors d'une excursion faite par la Société Linnéenne de Normandie à la Brèche-au-Diable, le 2 juin 1850, il fut parfaitement reconnu que les échantillons de grès recueillis dans plusieurs carrières du voisinage contenaient des fossiles qui ne laissaient aucun doute sur le synchronisme de ces grès et de ceux des carrières de May près Caen. Quant aux roches de quartzite qui se montrent en stratification à la Brèche même, à Rouvres, etc., et qui constituent aussi des blocs isolés dans la vallée du Laizon, comme on n'avait pu jusqu'alors y constater la présence d'aucun fossile, il était assez difficile de fixer leur âge et d'assigner leur place dans la série des terrains de sédiment. On était toutefois porté à les rapprocher des quartzites qui se voient dans la vallée si pittoresque de l'Ante, particulièrement entre Noron et Falaise, et dans lesquels Dalimier a signalé en 1862 l'existence de rares *Tigillites*, — et, par suite, d'assimiler les grès quartzeux de la Brèche-au-Diable aux grès de Mortain, de Domfront, de Bagnoles, etc., c'est-à-dire au *grès armoricain*.

Un heureux hasard m'a permis de mieux étudier le grès de la Brèche-au-Diable qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent et de trouver, dans cette localité, une indication certaine de la place que le grès de May doi occuper dans la série silurienne.

Le 18 mai 1878, jour où je faisais une conférence à Falaise, j'eus l'occasion d'apercevoir, sur la promenade qui longe le château, des tas de grès provenant du dépavage de certaines rues de la ville et contenant plusieurs pavés qui venaient d'être retaillés. En examinant les débris, il me fut facile de trouver plusieurs morceaux contenant des *Tigillites;* un autre m'offrit une assez belle empreinte de *Flabellaria;* des *Modiolopsis* et des *Orthis* se remarquaient sur quelques pavés. Il y avait là, bien évidemment, des grès provenant d'étages différents ; les uns se rapportaient au *grès de May*, les autres appartenaient à *l'étage armoricain*. Ma curiosité fut vivement surexcitée lorsque j'appris par M. le Maire de Falaise que tous les pavés provenaient des carrières de Soumont, situées à peu de distance de la Brèche-au-Diable. Quelle place le grès de May occupait-il dans ces carrières par rapport au grès armoricain ? Telle est la question que je me posai alors et que je me proposai d'étudier aussitôt que les circonstances me permettraient d'aller visiter cette curieuse localité.

Ce fut seulement au mois de septembre que je pus mettre mon projet à exécution, accompagné que je fus alors, dans mon excursion, par un jeune géologue plein d'ardeur, M. Retout, professeur au collège de Mortain, qui, après avoir eu la bonne fortune d'étudier le bassin silurien de cette localité sous la savante direction de M. l'ingénieur des mines de Lapparent, fait maintenant porter ses recherches sur le silurien du Calvados.

En suivant la route de Caen à Falaise jusqu'aux premières maisons du village de Potigny, et prenant sur la gauche, on trouve d'abord de petites carrières creusées dans la partie inférieure de la grande oolithe qui a rempli les inégalités du récif de grès en cet endroit et qui, malgré sa grande dureté, m'a fourni les fossiles suivants : *Ostrea Marshii, Lucina bellona,* plusieurs espèces de *Trigonies,* une grande *Lima* assez commune, de nombreux spécimens de *Rhynconella subtetraedra,* rarement bien conservés; une grande quantité de polypiers : *Astrea, Cladophullia*. etc. Quelques mètres plus loin, on n'aperçoit plus que du grès qui, d'après sa direction N. 40° O. et son plongement de 12 à 15° E., aussi bien que par ses caractères pétrographiques, paraît appartenir au grès armoricain.

En continuant de se diriger vers Soumont, on arrive bientôt aux grandes carrières qui fournissent des pavés non seulement pour la ville de Falaise, mais qui sont encore exportés dans diverses villes et devien-

nent l'objet d'un commerce très important. Si l'on suit les carrières qui se trouvent à la droite de la route de Potigny à Argences, à partir de l'église de Soumont, on ne tarde pas à trouver des grès de May plus ou moins fossilifères, qui, plus bas, vers le moulin de Soumont, font place à des schistes à *Calymene Tristani*, les mêmes que ceux que l'on voit à Falaise, au-dessous du château.

A peu de distance de ces schistes, on rencontre les grès à Tigillites au milieu desquels la Brèche a été produite et qui, dans cet endroit, offrent une direction NO-SE et une inclinaison de 22° environ. En partant de la Brèche-au-Diable pour regagner la route de Falaise à Caen, on trouve sur plusieurs points de la bruyère de Potigny de petites carrières creusées dans le grès armoricain qui, dans cette localité, est lardé de *Tigillites*.

La coupe du terrain silurien à Potigny-Soumont peut donc être ainsi établie : 1° A la partie supérieure un grès, fossilifère par place, avec *Orthis*, *Buddleighensis* Davidson, *Modiolopsis Armoricana* Salter, *Orthonota normaniana* d'Orbigny, diverses espèces de *Trilobites*, etc., c'est-à-dire le grès de May; 2° au-dessous de ce grès, le schiste ardoisier à *Calymene Tristani*, dont nous n'avons pas encore pu étudier tous les fossiles, mais déjà nous avons pu y rencontrer : *Calymene Tristani* Brong.; *Calymene Aragoi* Rouault ; *Calymene declinata* Corda ; *Dalmanites Phillipsi* Barr ; *Orthis testudinaria* Dalm.; *Orthis vespertilio* Sow ; des ostracodes, parmi lesquels *Primitia simplex* Jones ; des empreintes de plantes non déterminées, etc.; 3° à la base, le grès à Tigillites, que l'on retrouve à Rouvres, à Falaise, à Noron, à Saint-Germain-le-Vasson, à Urville, etc.

Le grès armoricain de Soumont a offert surtout des *Tigillites*, puis des *Flabellaria* et des *Rysophycus*, mais, jusqu'à présent du moins, je n'ai pu y constater la présence des *Bilobites*. Il ressemblerait sous ce rapport au grès de Domfront et de Mortain, qui ne contient que des Tigillites, mais dans certaines parties du département de l'Orne, et surtout à Bagnoles, les corps d'origine problématique auxquels on a donné le nom de Cruziana ou de Bilobites ont été rencontrés en grande quantité.

La présence d'un minerai de fer à la base du schiste ardoisier et au-dessus du grès armoricain se voit-elle à Soumont comme à Urville (Calvados), à Bourberouge, près Mortain (Manche), et dans plusieurs autres localités? Je n'ai pas encore pu le vérifier, mais je me propose de le faire dans une prochaine excursion qui me permettra aussi, je l'espère, de reconnaître à Urville l'ordre de superposition que j'ai pu constater à Soumont.

La place que le grès de May occupe dans l'ordre de superposition des

étages du terrain silurien n'avait pas encore pu être appréciée d'une manière nette dans le département du Calvados. La station de la Brèche-au-Diable permet de résoudre ce problème géologique et d'affirmer que ce grès recouvre les schistes à Trilobites et leur est, par conséquent, postérieur. On savait déjà que le grès de May a précédé les schistes ampéliteux à Orthocères, à Graptolites, à Cardiola interrupta par lesquels il est recouvert.

M. le Dr Charles BARROIS

De Lille.

SUR L'ÉTENDUE DU SYSTÈME TERTIAIRE INFÉRIEUR DANS LES ARDENNES ET SUR LES ARGILES A SILEX.

— Séance du 3 septembre 1879. —

Les couches tertiaires du bassin parisien ont eu une extension superficielle plus vaste que celle où elles sont limitées de nos jours. Élie de Beaumont, M. Hébert, ont déjà appelé l'attention sur ces faits dans le nord de la France ; et M. Gosselet a pu dresser une carte montrant qu'à l'époque où vivait la *nummulites lævigata*, la mer intérieure du bassin de Paris communiquait avec la mer qui couvrait les Flandres en traversant le département du Nord dans presque toute sa longueur.

On peut faire une observation semblable dans le département des Ardennes, où on doit rattacher au terrain Suessonien inférieur (terrain Landénien de Dumont), des lambeaux de sable et d'argile, dont je viens de publier une description détaillée dans le tome VI des *Annales de la Société géologique du Nord.* Cette étude m'a amené aux conclusions suivantes :

Le landénien inférieur glauconieux ne se prolonge pas aussi loin que le landénien supérieur au N.-E. du bassin de Paris, soit que ce dépôt ne se soit jamais étendu aussi loin, soit que la glauconie qui forme le caractère lithologique de cette division ait été décomposée par les actions atmosphériques.

Le landénien inférieur aux environs de Vervins est représenté par les *argiles de Vaux*, sables argileux verts, épais de 2 à 3 mètres ; la base du terrain tertiaire dans les Ardennes est formée par l'*argile de Marlemont*, argile plastique grise avec petites concrétions calcaires, épaisse de $2^m,50$. — L'*argile de Vaux* est supérieure à l'*argile à silex*, l'*argile de Marlemont* est inférieure à l'*argile à silex.*

Le landénien supérieur est représenté par des sables dans l'arrondissement de Vervins, le canton de Rozoy, et dans la partie occidentale des Ardennes, de Marlemont à Saint-Fergeux : ces sables quarzeux plus ou moins ferrugineux, présentent de nombreuses variations de couleur et de grosseur, qui rappellent les variétés de sables dits *aachéniens*. Les lits d'argile et de galets, diversement inclinés, que l'on trouve dans ces sablières, s'expliquent bien par la théorie des effondrements de M. de Lapparent.

L'argile à silex, sur l'origine de laquelle tant d'hypothèses diverses ont déjà été émises, nous semble avoir été produite dans l'Aisne et les Ardennes par l'action lente des eaux pluviales, action qui se continue de nos jours sur des couches ravinées avant l'époque tertiaire. Cette *argile à silex* repose tantôt sur la craie à silex, tantôt sur l'*argile de Marlemont;* elle est inférieure, comme M. Gosselet l'a prouvé, aux sables landéniens. Il y a des relations entre ces argiles à silex et les argiles brunes à fossiles siliceux, ainsi qu'avec les minerais de fer en grains, qui recouvrent les terrains jurassiques des Ardennes; il faut au contraire en distinguer les *argiles à meulières à nummulites, grès landéniens, et silex*, qui recouvrent les sables landéniens, et sont post-tertiaires.

Des grès du *landénien supérieur*, remaniés sur place à la base du limon, permettent de suivre très loin vers l'Est les traces du terrain tertiaire. Ce terrain a dépassé de ce côté les affleurements du terrain crétacé; on trouve des blocs landéniens sur l'oxfordien des environs de Vieil-Saint-Remy, sur l'oolithe d'Estrebay à Thin-le-Moutier, et plus loin encore, jusque sur le massif paléozoïque des Ardennes, à Revin et Givet. Ces blocs siliceux du landénien montrent dans cette région de curieuses modifications lithologiques : ils sont à l'état de grès dans la région crétacée, mais en s'avançant vers l'Est ils passent à l'état de quarzite. L'altération, d'abord superficielle, devient de plus en plus profonde, à mesure qu'on s'éloigne du centre du bassin de Paris.

DISCUSSION

M. de Tromelin rappelle qu'au congrès du Havre il a exposé les mêmes faits dans son étude sur les terrains paléozoïques de Normandie (C. R. p. 495).

M. le Dr Charles BARROIS
De Lille

SUR LE MARBRE GRIOTTE DES PYRÉNÉES.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

Le *marbre griotte* ou *marbre amygdalin*, forme un niveau constant dans les Pyrénées d'Espagne et de France ; il y est exploité partout avec activité, ayant été de tout temps très apprécié pour l'ornementation. Il est non seulement employé dans l'industrie locale, mais est souvent expédié au loin ; on le retrouve dans tous les monuments construits sous Louis XIV (Versailles, Trianon, etc.), dans le palais royal de Berlin, dans la cathédrale de Léon bâtie en 1200, et dans un grand nombre d'autres édifices publics de l'Europe.

Ce *marbre griotte* est directement recouvert, dans les Pyrénées espagnoles, par le calcaire carbonifère *à productus ;* c'est par erreur qu'on a considéré comme plus récents des schistes dévoniens avec *cardium palmatum*. Mes observations sur le terrain m'ont appris que ce *marbre griotte* reposait en stratification transgressive, sur les différentes couches dévoniennes des Pyrénées occidentales ; les fossiles de ce niveau sont généralement indéterminables, tels sont la plupart des goniatites et des orthocères recueillis par moi dans ces marbres rouges de la chaîne cantabrique. Il en est cependant quelques-uns dans le nombre qui m'ont permis de reconnaître la forme de leurs sutures et les plus minutieux détails de leur test. J'ai également trouvé avec ces céphalopodes, plusieurs espèces de trilobites, de brachiopodes, de crinoïdes, et de polypiers, dont l'énumération, tout incomplète qu'elle est, ne laisse pas de jeter un jour nouveau sur la position du *marbre griotte* dans la série stratigraphique.

Voici la liste de ces fossiles :

Phillipsia Brongniarti, Fisch.
— *Castroi*, nov. sp.
Goniatites crenistria, Phill.
— *malladæ*, nov. sp.
— *Henslowi*, Sow.
— *cyclolobus*, Phill.
Orthoceras giganteum, Sow.
Capulus neritoïdes, Phill.
Orthis Michelini, Lév.
Productus rugatus, Phill.
Spirifer glaber, Mart.
— *sublamellosus*, de Kon.
Spirigera Royssii, Lév.
Chonetes variolata, d'Orb.
— *papilionacea ?* Phill.
Poteriocrinus minutus, F. A. Roem.
Lophophyllum tortuosum ? Mich.
Favosites parasitica ? Phill.

On doit conclure, de l'examen de cette liste, que la faune du *marbre griotte* n'est pas la même que celle du calcaire rouge de Brilon en Westphalie, à laquelle on l'a assimilée jusqu'ici; elle a un cachet plus récent qu'elle. Les goniatites qui forment le trait saillant de cette faune, montrent, par leurs affinités génériques, comme par leurs caractères spécifiques, qu'elles n'ont pas vécu à l'époque dévonienne, mais qu'elles sont en relation avec la faune carbonifère. Le *marbre griotte* appartient, par sa faune, au *terrain carbonifère*, dont il constitue le membre inférieur.

DISCUSSION.

M. DE TROMELIN dit qu'il a signalé au congrès de Nantes (C. R. p. 610) l'existence de la faune troisième silurienne dans un grand nombre de localités nouvelles, entre autres à Diniault, Dinant près Crozon (Finistère).

M. le Dr Charles BARROIS

De Lille.

SUR LA FAUNE TROISIÈME SILURIENNE DU FINISTÈRE.

— Séance du 3 septembre 1879. —

Le terrain silurien supérieur n'est représenté on le sait, en Bretagne, que d'une façon très rudimentaire. Cette faune connue depuis longtemps à Feuguerolles (Calvados) et Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche), a été retrouvée récemment en divers points de la Sarthe, de la Mayenne, d'Ille-et-Vilaine, de la Loire-Inférieure et de Maine-et-Loire, par MM. Guillier, Oehlert, de Tromelin et Lebesconte, Farge, Hermite.

On peut suivre ce niveau jusqu'à l'extrémité de la presqu'île armoricaine. Ce n'est qu'avec doute, en l'absence de fossiles, qu'on a pu lui rapporter jusqu'ici, le gisement d'anthracite de l'anse de Dinan, qui fut en 1799 l'objet d'une demande en concession. Les premiers fossiles du silurien supérieur furent trouvés dans le Finistère par M. Guillier, qui m'a montré des *Graptolithus colonus* découverts par lui au Maudennou (commune de Dinéault) dans des schistes ampéliteux, déblais d'un puits.

On trouve dans la presqu'île de Crozon une confirmation importante de cette découverte isolée; j'ai suivi dans la lande, entre les hameaux de Clouchouren, Kerclunhiou, Kervéneuzé et de Landaoudec, un niveau argileux mince, contenant des nodules sphéroïdaux, siliceux, avec

fossiles de la faune troisième. Les crustacés que j'y ai ramassés, ne m'ont pas présenté de forme trilobitique, le plus commun est le *Bolbozoe anomala* ; les céphalopodes n'offrent que des fragments indéterminables, se rapportant à diverses espèces, parmi lesquelles je crois reconnaître *orthoceras styloïdeum*, Barr. J'ai trouvé en outre le *Graptolithus priodon* ? et des tiges de *Scyphocrinus*.

Ces boules siliceuses sont identiques par leur faune comme par leur aspect, a celles que j'ai vues à Chemiré-en-Charnie (Sarthe), où M. Guillier qui a découvert ce gisement, avait bien voulu me guider.

M. POMEL

Sénateur.

SUR LES MAMMIFÈRES FOSSILES DE PÉZENAS (HÉRAULT)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Parmi les ossements déposés à la Faculté, M. Pomel en remarque quelques-uns qui viennent de Saint-Palais près Pézenas. La principale pièce est une mandibule de rhinocéros qui ne donne pas de caractères assez précis pour une détermination d'espèce. Parmi les autres, M. Pomel a reconnu un canon de cheval et ne pense pas qu'on puisse l'attribuer à un hipparion. Il y a donc tout lieu de croire que l'âge du gisement de ces ossements est quaternaire.

M. Émile RIVIÈRE

LE PLIOCÈNE DE CASTEL D'APPIO EN ITALIE, NOMENCLATURE DES FOSSILES QU'IL RENFERME.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Castel d'Appio, petite colline qui domine Ventimiglia (1), est située à deux kilomètres et demi environ au nord-ouest de cette ville. Elle doit son nom aux ruines d'une ancienne forteresse — le castel ou cha-

(1) Ventimiglia, l'ancien Intemelium des Romains, est la première ville italienne que traverse, longeant la Mediterranée, la route de la Corniche, après avoir franchi le ravin-frontière, de Saint-Louis qui sépare la France de l'Italie.

teau d'Appius — « construite (1) par les Gênois après le siège de Ventimiglia, en 1221 ». Son altitude est de 350 mètres environ.

Cette colline, dont le versant méridional s'abaisse peu à peu jusqu'au niveau de la mer, où elle plonge directement, au-dessous de la ville, appartient au pliocène ou sub-apennin et présente :

1° Une couche inférieure formée par une argile compacte d'un gris bleuâtre, d'une assez grande puissance, analogue aux argiles bleues classiques de Biot dans les Alpes-Maritimes, c'est l'Astien inférieur ;

2° Une couche supérieure constituée par une argile sableuse, jaunâtre, pulvérulente, dont l'épaisseur varie entre 1 et 2 mètres ou Astien supérieur.

Ces argiles sont constamment érodées par les eaux de pluie, qui ont peu à peu transformé la colline de Castel d'Appio en un véritable cirque de ravins plus ou moins profonds, mais qui vont chaque jour grandissant.

Je les ai explorées à maintes reprises de 1870 à 1874, et le catalogue, que je donne ci-dessous, des fossiles que j'y ai recueillis pendant cet espace de temps, comprend non seulement les pièces qui font partie de ma collection, mais encore celles que j'ai données en 1873 au savant professeur de malacologie, Deshayes, pour le Muséum d'histoire naturelle de Paris.

La plupart des espèces trouvées dans les environs de Cannes, notamment à Biot, et publiées dans *le Bulletin de la Société géologique de France* en 1877, par M. Jules Depontaillier, se retrouvent comme on le verra plus loin soit dans l'Astien supérieur, soit dans l'Astien inférieur de Castel d'Appio. Nous avons comparé mutuellement, M. Depontaillier et moi, nos échantillons et je tiens à remercier ici mon collègue de la Société géologique ainsi que M. le Dr Fischer, aide-naturaliste au Muséum de Paris, d'avoir bien voulu m'aider de leurs conseils pour mes déterminations.

NOMENCLATURE (2).

N° d'ordre	DÉNOMINATION			A. I.	A. S.
		ANNÉLIDES			
1	Serpula.	ind.	. . . .	+	—
2	Ditrupa	incurva.	Rénier.	+	—

(1) ÉLISÉE RECLUS. — *Les villes d'hiver de la Méditerranée et les Alpes-Maritimes.* — Paris 1864.

(2) Abréviations : A. I. signifie Astien inférieur ou argiles bleues.
A. S. » Astien supérieur ou argiles jaunes sableuses.
+ indique la présence du fossile à l'étage où il figure.
— » son absence.

N° d'ordre	DÉNOMINATION			A. I.	A. S.
		BRACHIOPODES			
1	Terebratula	ampulla.	Brocchi.	+	—
2	Rhynchonella	Buchi.	Michelotti.	+	—
		ACÉPHALÉS			
1	Teredo	ind.	. . . . .	+	—
2	Solen	vagina.	Linné.	+	+
3	Mactra	inflata.	Bronn.	+	—
4	—	triangula.	Brocchi.	+	+
5	Corbula	gibba.	Olivi.	—	+
6	Syndesmya	alba.	Wood.	—	+
7	Tellina	compressa.	Brocchi.	+	+
8	—	incarnata.	Poli.	+	+
9	—	nitida.	Poli.	+	+
10	—	planata.	Linné.	—	+
11	—	pulchella.	Lamarck.	—	+
12	Donax	trunculus.	Linné.	+	+
13	Tapes	edulis.	Chemnitz.	+	+
14	—	florida.	Lamarck.	+	+
15	Venus	casinoides.	Lamarck.	+	—
16	—	fasciata.	Donovan.	—	+
17	—	Gallina.	Lamarck.	—	+
18	—	— var.	. . . . .	—	+
19	—	ovata.	Pennant.	+	+
20	—	plicata.	Gmelin.	+	—
21	—	senilis.	Brocchi.	+	—
22	—	verrucosa.	Lamarck.	+	—
23	Cytherea	Chione.	Linné.	+	—
24	—	multilamella.	Lamarck.	+	+
25	—	Pedemontana	Lamarck.	+	+
26	—	— var.	. . . . .	+	—
27	Cardium	edule.	Linné.	+	+
28	—	papillosum.	Poli.	+	+
29	—	sulcatum.	Lamarck.	+	+
30	—	tuberculatum.	Linné.	+	+
31	Isocardia	cor.	Linné.	+	+
32	Lucina	commutata.	Philippi.	+	—
33	—	lactea.	Linné.	+	+
34	—	orbicularis.	Deshayes.	—	+
35	—	pecten.	Lamarck.	+	—
36	—	spinifera.	Montagu.	+	—
37	Cardita	intermedia.	Brocchi.	—	+
38	—	rhomboidea.	Brocchi.	+	—
39	Arca	barbata.	Linné.	+	+
40	—	diluvii.	Lamarck.	+	+

N° d'ordre	DÉNOMINATION			A. I.	A. S.
41	Arca	diluvii var. minor.	. . . . .	+	—
42	—	lactea.	Linné.	+	+
43	Pectunculus	insubricus.	Brocchi.	+	+
44	—	polyodontus.	Bronn.	+	+
45	—	ind.	. . . . .	+	+
46	Limopsis	anomala.	Eichwald.	+	—
47	—	aurita.	Brocchi.	+	—
48	—	— var.	. . . . .	+	—
49	—	minuta.	Philippi.	+	—
50	—	— var.	. . . . .	+	—
51	—	ind.	. . . . .	+	—
52	Nucula	Jeffreysi.	Bellardi.	+	—
53	—	placentina.	Lamarck.	+	—
54	—	— var.	. . . . .	+	—
55	—	ind.	. . . . .	+	—
56	Leda	Bonellii.	Bellardi.	+	—
57	—	Bronni.	Bellardi.	+	—
58	—	pella.	Linné.	+	+
59	—	Philippii.	Bellardi.	+	—
60	—	transversa.	Ponzi.	+	—
61	Pinna	ind.	. . . . .	+	—
62	Chama	gryphoides.	Linné.	+	+
63	Lima	squamosa.	Lamarck.	+	—
64	Limea	strigilata.	Bronn.	+	—
65	Pecten	comitatus.	Fontannes.	—	+
66	—	cristatus.	Bronn.	+	+
67	—	opercularis.	Linné.	+	—
68	—	polymorphus.	Bronn.	+	—
69	—	scabrellus.	Lamarck.	+	+
70	—	varius.	Linné.	—	+
71	—	Fuchsi.	Mayer.	—	+
72	Hinnites	crispus.	Brocchi.	+	—
73	Janira	flabelliformis.	Brocchi.	+	+
74	—	jacobœa.	Lamarck.	+	—
75	Spondylus	crassicosta.	Lamarck.	—	+
76	—	gœderopus.	Linné.	+	—
77	Plicatula	ind.	. . . . .	+	—
78	Ostrea	cochlear.	Poli.	+	—
79	—	— var.	. . . . .	+	—
80	—	digitalina.	Dubois.	—	+
81	—	lamellosa.	Brocchi.	+	+
82	—	edulis.	Linné.	+	—
83	—	ind.	. . . . .	+	—
84	Anomia	costata.	Brocchi.	+	—
85	—	ephippium.	Linné.	+	—
86	—	striata.	Brocchi.	+	—
87	—	orbiculata.	Brocchi.	+	—

N° d'ordre	DÉNOMINATION			A. I.	A. S.
		PTÉROPODES			
1	Cleodora	ind.	. . . . .	+	—
		GASTÉROPODES			
1	Turritella	subangulata.	Brocchi.	+	+
2	—	tricarinata.	Brocchi.	+	—
3	—	vermicularis.	Brocchi.	+	+
4	Scalaria	cancellata.	Brocchi.	+	—
5	—	communis.	Lamarck.	+	—
6	—	geniculata.	Brocchi.	+	—
7	Chemnitzia	plicatula.	Philippi.	+	—
8	Turbonilla	plicatula.	D'Orbigny.	+	—
9	Odostomia	conoidea.	Brocchi.	+	—
10	—	n. sp.	. . . . .	+	—
11	Eulima	polita.	Linné.	+	—
12	—	subulata.	Donovan.	+	+
13	—	— var.	. . . . .	+	—
14	Pyramidella	plicosa.	Bronn.	+	—
15	Niso	terebellum.	Chemnitz.	+	—
16	Ringicula	auriculata.	Ménard.	—	+
17	—	Brocchii.	Seguenza.	+	—
18	—	buccinea.	Brocchi.	+	—
19	—	elegans.	Pecchioli.	+	—
20	—	Gaudryana.	Morlet.	+	+
21	—	intermedia.	Brugnone.	+	—
22	—	marginata.	Deshayes.	+	—
23	—	quadriplicata.	Morlet.	+	+
24	Natica	raropunctata.	Sassi.	+	—
25	—	epiglottina?	Lamarck.	+	—
26	—	helicina.	Brocchi.	+	+
27	—	millepunctata.	Lamarck.	+	+
28	—	olla.	Marcel de Serres.	+	—
29	—	n. sp.	. . . . .	+	—
30	Neritina	zebriola.	Semper.	+	—
31	Turbo	fimbriatus.	Borson.	+	—
32	—	rugosus.	Linné.	+	—
33	Phasianella	pulla.	Linné.	—	+
34	Trochus	magus.	Linné.	—	+
35	—	millegranus.	Philippi.	+	+
36	—	patulus.	Brocchi.	—	+
37	Zizyphinus	millegranus.	Philippi.	+	—
38	Xenophora	testigera.	Bronn.	+	—
39	Solarium	crenulosum.	Bonelli.	+	+
40	—	moniliferum.	Bronn.	+	—
41	—	neglectum.	Michelotti.	+	+

N° d'ordre	DÉNOMINATION			A. I.	A. S.
42	Solarium	simplex.	Bronn.	—	+
43	Cyprœa	avellana.	Sowerby.	+	—
44	Erato	lævis.	Donovan.	+	—
45	Marginella	secalina.	Philippi.	+	—
46	Strombus	coronatus.	Defrance.	+	—
47	—	Mercati.	Deshayes.	+	—
48	Chenopus	anglicus.	D'Orbigny.	+	+
49	—	pes-graculi.	Bronn.	+	+
50	—	pes-pelecani.	Linné.	+	+
51	Conus	antediluvianus.	Lamarck.	+	—
52	—	Brocchii.	Bronn.	+	—
53	—	pyrula.	Brocchi.	+	+
54	—	striatulus.	Brocchi.	+	+
55	—	ventricosus.	Bronn.	—	—
56	—	ind.	. . . . .	+	—
57	Mitra	Bronni.	Michelotti.	+	+
58	—	cupressina.	Brocchi.	+	—
59	—	Michelottii.	Hörnes.	+	—
60	—	pyramidella.	Brocchi.	+	—
61	—	scrobiculata.	Brocchi.	+	—
62	—	striatula.	Brocchi.	+	—
63	—	subelegans.	D'Orbigny.	+	—
64	Murex	bracteatus.	Brocchi.	+	+
65	—	Constantiæ.	D'Ancona.	+	—
66	—	cristatus.	Brocchi.	+	—
67	—	Jani.	Doderlein.	+	—
68	—	polymorphus.	Brocchi.	+	+
69	—	spinicosta.	Bronn.	—	+
70	—	squamulatus.	Brocchi.	+	—
71	—	torularius.	Lamarck.	+	+
72	Typhis	fistulosus.	Brocchi.	+	+
73	Ranella	marginata.	Martini.	—	+
74	—	reticularis.	Linné.	+	—
75	Triton	affine.	Deshayes.	+	—
76	—	apenninicum.	Sassi.	+	+
77	—	corrugatum.	Lamarck.	+	—
78	—	nodiferum.	Lamarck.	+	—
79	Fusus	corneus.	Linné.	+	—
80	—	Etruscus.	Pecchioli.	+	—
81	—	lamellosus.	Borson.	+	+
82	—	longiroster.	Brocchi.	+	—
83	—	mitræformis.	Brocchi.	+	—
84	—	ind.	. . . . .	+	—
85	Ficula	condita.	Brongniart.	+	—
86	Cancellaria	Bonellii.	Bellardi.	+	—
87	—	cancellata.	Linné.	+	+
88	—	lyrata.	Bellardi.	+	—

N° d'ordre	DÉNOMINATION			A. I.	A. S.
89	Chancellaria	mitræformis.	Brocchi.	+	—
90	—	serrata.	Bronn.	+	—
91	—	Urcianensis.	D'Ancona.	+	—
92	Pleurotoma	acanthoplecta.	Brugnone.	+	—
93	—	brevirostrum.	Sowerby.	+	—
94	—	Brocchii.	Bonelli.	—	+
95	—	cataphracta.	Brocchi.	+	—
96	—	contracta.	Bellardi.	—	+
97	—	Coquandi.	Bellardi.	+	+
98	—	crispata.	Ian.	+	—
99	—	dimidiata.	Brocchi.	+	+
100	—	emarginata.	Donovan.	+	—
101	—	harpula.	Brocchi.	+	—
102	—	hispidula.	Ian.	+	—
103	—	intermedia.	Bronn.	+	—
104	—	intorta.	Brocchi.	—	+
105	—	modiola.	Ian.	+	—
106	—	monile.	Brocchi.	+	—
107	—	— var.	. . . . .	+	—
108	—	obtusangula.	Brocchi.	+	+
109	—	rotata.	Brocchi.	+	+
110	—	scalaris.	Bellardi.	+	—
111	—	sigmoidea.	Bronn.	+	+
112	—	soror.	Bellardi.	+	—
113	—	turricula.	Montagu.	+	+
114	—	n. sp.	. . . . .	+	—
115	Cassis	intermedia.	Brocchi.	+	—
116	—	saburon.	Brugnière.	—	+
117	—	variabilis.	Bellardi.	+	—
118	Cassidaria	echinophora.	Linné.	+	—
119	—	ind.	. . . . .	+	—
120	Columbella	nassoides.	Bellardi.	+	+
121	—	subulata.	Brocchi.	+	—
122	—	tiara.	Brocchi.	+	—
123	—	turgidula.	Bellardi.	+	—
124	—	— var.	. . . . .	+	—
125	Nassa	clathrata.	Linné.	—	+
126	—	costulata.	Brocchi.	+	—
127	—	Emiliana.	Mayer.	+	+
128	—	incrassata.	Müller.	+	—
129	—	musiva.	Brocchi.	—	+
130	—	mutabilis.	Deshayes.	—	+
131	—	prismatica.	Brocchi.	+	—
132	—	reticulata.	Linné.	—	+
133	—	scalaris.	Borson.	—	+
134	—	semistriata.	Brocchi.	+	+
135	—	serrata.	Brocchi.	+	—

N° d'ordre	DÉNOMINATION			A. I.	A. S.
136	Nassa	serraticosta.	Bronn.	+	—
137	—	turbinella.	Brocchi.	+	+
138	—	n. sp.	. . . . .	+	—
139	Terebra	acuminata.	Borson.	+	—
140	—	Basteroti.	Nyst.	+	+
141	—	fuscata.	Brocchi.	+	+
142	—	pertusa.	Basterot.	+	—
143	—	plicaria.	Basterot.	+	—
144	Cerithium	crenatum.	Brocchi.	—	+
145	—	scabrum.	Olivi.	+	+
146	—	varicosum.	Anton.	—	+
147	—	vulgatum.	Bruguière.	+	+
148	—	— var.	. . . . .	+	—
149	—	ind.	. . . . .	+	—
150	Vermetus	glomeratus.	Bivona.	+	—
151	—	intortus.	Lamarck.	+	—
152	Calyptrœa	Sinensis.	Linné.	—	+
153	Fissurella	ind.	. . . . .	+	—
154	Dentalium	coarctatum.	Brocchi.	+	—
155	—	dispar.	Mayer.	+	—
156	—	elephantinum.	Linné.	+	—
157	—	entalis.	Linné.	+	+
158	—	multistriatum.	Deshayes.	+	—
159	—	sexangulum.	Linné.	+	+
160	—	Tarentinum.	Lamarck.	+	—
161	—	triquetrum.	Brocchi.	+	—
162	—	— var.	. . . . .	+	—
163	Bulla	utriculus.	Brocchi.	+	—
164	—	n. sp.	. . . . .	+	—
165	Cylichna	truncatula.	Bruguière.	—	+
166	—	Brocchii.	Michelotti.	+	—
		BRYOZOAIRES			
1	Lunulites	intermedia	Michelotti.	—	+
		ÉCHINODERMES			
1	Radioles d'Échinide	ind.	. . . . .	+	—
		POLYPES			
1	Flabellum	avicula.	Michelin.	+	—
2	Stephanophyllia	elegans.	Michelin.	+	—

RÉSUMÉ

La faune pliocène de Castel d'Appio, astien inférieur et supérieur réunis, m'a donc fourni 262 espèces, ainsi réparties :

Annélides	2	espèces.
Brachiopodes	2	—
Acéphalés	87	—
Ptéropodes	1	—
Gastropodes	166	—
Bryozoaires	1	—
Échinodermes	1	—
Polypes	2	—
Total	262	espèces.

auxquelles j'ajouterai quelques otolithes de poissons et des débris végétaux, tels, entre autres, que le fruit d'un conifère, ainsi que le *Conus apenninicus* (Bronn), la *Lucina Bronni* (Mayer) et la *Turritella communis* (Risso), omises dans notre nomenclature, et qui appartiennent à l'astien inférieur.

9e Section

BOTANIQUE

PRÉSIDENT D'HONNEUR..... M. PLANCHON, Correspondant de l'Institut, à Montpellier.
PRÉSIDENT..... M. BAILLON, Professeur à la Faculté de médecine de Paris.
SECRÉTAIRE..... M. GUILLAUD, Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

M. le Dr GRIMALD

PRÉSENTATION D'UN DICTIONNAIRE DE BOTANIQUE.

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. le Dr TISON

Docteur ès-sciences naturelles, à Paris.

MÉCANISME DE LA CHUTE DU CALICE OPERCULAIRE DES ESCHSCHOLTZIA.

— *Séance du 29 août 1879.* —

Au niveau où doivent successivement se détacher le calice, la corolle et l'androcée de l'*Eschscholtzia californica*, règne une disposition anatomique qui explique fort bien pourquoi la chute a lieu en ce point et non en un autre. Le tissu qui, à ce niveau, était d'abord semblable à celui qui se trouve au-dessus et au-dessous, finit bientôt par se différencier en cellules ayant une autre forme et une autre direction. En cet endroit,

en effet, il se produit deux ou trois rangées de cellules à direction transversale, tandis que celles situées au-dessous et au-dessus ont leur plus grand diamètre dirigé longitudinalement. Toutefois, on ne constate pas ici le remarquable épaississement des membranes cellulaires observé dans mes études antérieures sur la déhiscence des pyxides (1). En étudiant le développement des premiers débuts de la fleur dans cette plante, on voit le calice naître par deux mamelons distincts qui ne tardent pas à devenir connés pour former le calice operculaire. Pendant longtemps le réceptacle reste convexe. Quant au bourrelet annulaire qui entoure extérieurement le calice et les autres verticilles floraux et qui devient définitivement une sorte de cupule, il n'existe pas d'abord, il ne se produit que postérieurement à l'apparition du calice de la corolle et de l'androcée. C'est donc une production tardive du réceptacle floral qu'on ne peut mieux comparer qu'à la cupule du gland de chêne, etc., et qui, par conséquent, rentre dans ce que l'on appelle communément les disques.

M. HECKEL

Professeur à la Faculté des sciences, Directeur du Muséum, à Marseille.

ÉTUDE SUR LA CRISTALLINE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Heckel, professeur à la Faculté des sciences de Marseille, communique une étude sur la *cristalline, coralline* ou *glaciale* (*Mesembryanthemum cristallinum*). Cette plante grasse naturalisée en Provence, sur les bords de la Méditerranée est couverte de vésicules blanchâtres, que MM. Cauvet et Decaisne prennent à tort pour des goutelettes gommeuses. Ce sont des prolongements pileux de l'épiderme. Si on les observe successivement d'abord sur les cotylédons, puis sur les premières feuilles vertes, sur la tige et le calice, on peut suivre les modifications de ces protubérances vésiculeuses. En premier lieu c'est un poil allongé qui perd un peu plus haut sa pointe, qui se dilate à sa base en s'étranglant à son point d'attache avec la cellule et qui finit par ne plus communiquer avec elle que par un prolongement linéaire.

Le suc contenu dans ces organes glanduleux n'est pas de la gomme ; on

(1) Voy. *Congrès de Clermont, du Havre et de Paris.*

y trouve surtout du chlorure de sodium et un sel organique à base de soude en solution dans de l'eau. Cette plante est employée contre les affections spasmodiques de la vessie.

DISCUSSION.

A propos de la précédente communication, M. Baillon signale deux formes de la cristalline : l'une beaucoup plus glabre rappelle la Tétragone, l'autre est chargé de vésicules saillantes, remplies de liquide et très développées.

La suite de la discussion entre MM. Tison et Joly dégénère en une question d'influence des milieux.

M. L. COURCHET

Licencié es sciences naturelles.

ANALYSE DU MÉMOIRE SUR LES GALLES DU TÉRÉBINTHE.

— *Séance du 29 août 1879.* —

On trouve sur le térébinthe cinq sortes différentes de galles, toutes produites par des pucerons du genre *Pemphigus;* ce sont celles des *P. cornicularius*, Passerini; *P. utricularius*, Pass; *P. pallidus*, Derbès; *P. follicularius*, Pass; *P. semilunarius*, Pass.

1° La galle du *P. cornicularius* (galle en corne du térébinthe) entièrement développée offre l'aspect d'une énorme gousse terminée en pointe, recourbée plus ou moins sur elle-même, à surface lisse, glabre, sillonnée longitudinalement. On trouve ces productions soit isolément, soit réunies en verticilles à l'extrémité d'un rameau recourbé en crosse.

Cette galle est uniquement due à la transformation d'une foliole dont la nervure médiane, piquée sur la face supérieure du limbe, s'est élargie puis invaginée vers la face inférieure. La poche (pl. IV, fig. 1) conique ainsi formée gagnant très vite en longueur et en diamètre finit par constituer au milieu de l'été ces monstruosités bizarres. La nervure médiane de la foliole est parcourue par un système de faisceaux fibro-vasculaires composés : d'un arc libérien embrassant un canal à résine dépourvu de parois propres, et en dedans, d'un faisceau de vaisseaux et de fibres ligneuses. Ce cercle fibrovasculaire s'est aplati d'abord, puis les deux moitiés supérieure et inférieure sont venues s'accoler de façon à former dans les parois de l'invagination deux systèmes concentriques de faisceaux ayant leurs éléments dirigés en sens inverse, les canaux à

résine étant tournés en dehors dans le système externe, en dedans dans le système interne (pl. IV, fig. 6, 7 et 8).

Vers la pointe les faisceaux de chaque système se rejoignent en anse ; mais l'extrémité elle-même est uniquement cellulaire et l'épiderme la recouvre sans interruption. Je considère donc l'accroissement de la galle comme intercalaire, bien qu'il paraisse y avoir, au-dessus de la cavité interne, un foyer de développement pour les faisceaux, une sorte de procambium qui se multiplie à mesure que la galle gagne en profondeur. J'attribue la torsion du rameau qui porte cette galle à l'afflux des sucs qui, se portant sans cesse vers le côté où elle se développe, y détermine un allongement plus rapide que sur le côté opposé.

2° La galle du *P. utricularius* (pl. IV, fig. 4 et 5) se montre comme une vessie plus ou moins volumineuse, pédiculée, insérée à la base de la nervure médiane d'une foliole aux dépens de laquelle elle a pris naissance, comme la galle en corne, par une sorte d'invagination accompagnée d'une hypertrophie considérable des tissus. Son évolution et sa structure offrent beaucoup d'analogie avec celles de la précédente; on peut néanmoins établir les distinctions suivantes :

a. — La galle en corne reste immédiatement appliquée sur le sommet de l'axe dont elle arrête l'accroissement en longueur ; la galle utriculaire est toujours plus ou moins éloignée de l'axe par le pétiole de la feuille qui continue à se développer au-dessous d'elle, et le rameau, qui la porte se développe normalement, en sorte qu'elle se montre toujours comme une production manifestement latérale.

b. — La galle utriculaire n'amène jamais la torsion de l'axe.

c. — Dans la galle utriculaire qui s'accroît à peu près également par toute sa périphérie, les faisceaux se montrent presque partout également développés, tandis que dans la galle en corne, leur structure est de plus en plus simple à mesure qu'on les considère plus près du sommet où ils finissent par n'être plus représentés que par des cellules allongées et des canaux à résine.

d. — Les ramifications et les anastomoses des faisceaux sont moins réguliers et se font à angle beaucoup plus ouvert dans la galle utriculaire, en sorte qu'il se constitue non plus deux cônes fibrovasculaires, mais deux réseaux plus ou moins sphériques emboîtés l'un dans l'autre.

e. — Dans chacun de ces réseaux, les faisceaux sont plus inégaux entre eux et moins régulièrement disposés (pl. IV, fig. 9).

f. — Les faisceaux du réseau interne sont beaucoup plus rapprochés que dans la galle en corne de la cavité centrale où ils forment même des réticulations saillantes.

g. — Les cellules de l'épiderme très semblables, du reste, à celles de la galle en corne, n'offrent pas comme celle-ci une tendance à se dispo-

ser en files longitudinales, conséquence du mode d'accroissement de la galle utriculaire.

Les trois autres galles sont formées par le limbe seul dont le bord se replie sur la face supérieure, tandis que les tissus subissent une altération plus ou moins profonde.

3° La galle du *P. pallidus* est une bourse aplatie, d'un vert peu différent de celui de la foliole dont elle occupe le bord. Elle reste toujours dans le même plan que le limbe dont le contour est à peine modifié. Les faisceaux fibrovasculaires qui traversent la portion du limbe altérée sont en continuité directe avec ceux de la portion demeurée normale. Le mésophylle a été profondément modifié ; les cellules en palissade et le parenchyme lacunaire ont fait place à un tissu homogène composé de cellules irrégulièrement polyédriques, ne laissant entre elles aucun méat. L'épiderme intérieur qui correspond à l'épiderme supérieur de la feuille, n'est plus représenté que par des cellules à parois minces, arrondies, gorgées de sucs, légèrement saillantes dans la cavité interne.

4° La galle des *P. follicularius*, remarquable d'ailleurs par son apparition relativement tardive et son abondance excessive, est plus petite et plus renflée que la précédente dont elle se distingue aussi par sa couleur généralement rouge. Comme dans la formation précédente, le mésophylle y est remplacé par un parenchyme sans méats à cellules irrégulièrement arrondies ou polyédriques; celles de la région moyenne sont légèrement oblongues dans un sens perpendiculaire à la surface de la galle ; mais celles qui sont immédiatement placées sous l'épiderme externe, représentant l'épiderme inférieur de la foliole, ne se distinguent par aucun caractère spécial, tandis qu'elles sont aplaties tangentiellement chez la galle du *P. pallidus*.

5° La galle du *P. semilunarius*, ou galle *semilunaire du Térébinthe*, naît par un processus semblable. Mais celle-ci, s'accroissant inégalement sur ses deux faces, se recourbe fortement en dedans en entraînant le limbe dans ce mouvement de torsion; entièrement développée, elle offre l'aspect d'une bourse jaune ou rougeâtre, recourbée sur elle-même de façon à décrire un arc à concavité dirigée vers l'axe, et dont le plan forme avec celui du limbe un angle très marqué.

Les parois de cette production se montrent encore formées d'un parenchyme sans lacunes. L'épiderme qui la recouvre ne paraît avoir subi que des modifications légères ; mais les deux ou trois assises sous-jacentes sont formées de cellules fortement aplaties tangentiellement. Vers la limite interne de la paroi, les cellules s'aplatissent de nouveau dans le même sens, tandis que celles de la région moyenne demeurent arrondies. Une particularité propre à la galle semilunaire consiste en une bordure de poils que porte l'épiderme supérieur du limbe tout le

long de la fente qui donne accès dans son intérieur, et qui concourt, avec le bord de la portion repliée, à protéger les insectes qu'elle contient.

Des différentes observations dont je fais ici un résumé succinct, j'établis les conclusions suivantes :

1° Les cinq sortes de galles observées jusqu'à ce jour sur le térébinthe sont toutes dues à des transformations de folioles.

2° Au point de vue morphologique, on peut diviser ces galles en deux groupes :

1er groupe : celles des *P. cornicularius et P. utricularius*, formées l'une et l'autre aux dépens des tissus de la nervure médiane.

2e groupe : celles des *P. pallidus, follicularius, semilunarius* qui toutes sont constituées par le limbe replié de différentes manières. La même distinction persiste si on les considère au point de vue anatomique, l'hypertrophie des tissus et leur altération étant bien plus profondes dans les premières que dans les secondes, chez lesquelles certains éléments n'ont même subi que des modifications à peine sensibles.

3° Les deux galles formées aux dépens de la nervure médiane se distinguent l'une de l'autre, d'abord par leur mode d'accroissement et par leur forme, en second lieu par leur insertion sur le rameau, la galle utriculaire en étant séparée par le pétiole, et la galle en corne y étant immédiatement appliquée. Elles diffèrent enfin par l'influence qu'elles exercent sur la végétation de l'axe, la première amenant sa torsion et un arrêt de développement à son sommet végétatif, la seconde ne s'accompagnant que d'un épaississement plus ou moins marqué du rachis commun.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE IV.

Fig. 1. — Jeune bourgeon de térébinthe dont une foliole a été piquée par le fondateur de la galle en corne. L'axe est déjà courbé, et on aperçoit en *a* la galle naissante.

Fig. 2. — Etat de la jeune galle en corne.

Fig. 3. — Galle en corne jeune, mais possédant déjà sa forme et sa structure caractéristique. En *b* on aperçoit une petite fossette, et en arrière de celle-ci, le sillon dont il est parlé dans le texte.

Fig. 4. — Galle utriculaire.

Fig. 5. — La même, vue par derrière, pour montrer la fente et les deux bourrelets qui la circonscrivent.

Fig. 6. — Coupe passant par un point situé au delà de la fossette, à la base même de la galle, et montrant déjà autour d'une fente qui représente la cavité centrale des deux cercles de faisceaux au sein du parenchyme fondamental.

m Parenchyme médullaire.

fr Faisceaux fibro vasculaire de la nervure médiane, multipliés et accrus.

c Zone cambiale (?)

cr Canaux à résine.

fl Faisceaux libériens..

pc Parenchyme cortical de la nervure.

s Zone subéreuse.

Fig. 7. — Coupe passant par les parois de la galle en corne, vers le milieu de la longueur.

Fig. 8. — Une portion plus grosse de la coupe précédente faite sur une galle jeune.

SE Surface externe.

pf Parenchyme fondamental.

cr., *fv*, Canaux à résine et vaisseaux fibro-vasculaires de la rangée externe.

c' r', *f' v'*. Canaux à résine et faisceaux fibro-vasculaires de la rangée interne.

PI Paroi interne.

Fig. 9. — Galle utriculaire; coupe transversale de la paroi.

Mêmes lettres que ci-dessus.

M. JOBERT

Professeur à la Faculté des sciences de Dijon.

SUR LA PRÉPARATION DU CURARE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Jobert entretient la section des plantes qui entrent dans la composition du curare.

Jusqu'à présent on n'avait que des notions vagues et incomplètes sur les plantes qui entrent dans la composition du curare et sur la fabrication de ce poison. M. Jobert chargé d'une mission au Brésil, a eu la dangereuse chance d'en voir préparer et d'en préparer lui-même chez les Indiens Tichunas. La plante fondamentale est une strychnée (*Strychnos castelnei*), l'*Ourari fuva* des Indiens. A défaut de cette plante, on en emploie une autre, l'*Ourari rana* ou faux Ourari. C'est un *Chondrospermum*. Le curare fourni par cette plante est de qualité inférieure. Le premier de ces végétaux étant fort rare, ces deux plantes sont presque toujours mélangées.

Pour faire du curare, on coupe de courts morceaux de ces lianes, dont on enlève d'abord l'épiderme. On racle ensuite le reste de l'écorce, que l'on fait bouillir pendant quelque temps dans un pot; c'est ce qui constitue la première phase de l'opération. On ajoute en second lieu l'écorce d'une aroïdée indéterminée, à suc âcre et caustique. Après une coction de quelques heures,

on ajoute la racine de plusieurs pipéracées, qui ont pour propriété principale de provoquer des fourmillements à la langue. Ces pipéracées portent dans le pays le nom de « compagnon du poison. » Cette dernière addition faite, on ramène à consistance d'extrait, et on a du curare. Ce sont là les principales plantes employées. L'*Ourari uva*, pris à part, a sur les muscles la même action que le curare. C'est un stupéfiant, un hyposthénisant de premier ordre. Les pipéracées, au contraire, sont toutes excitantes, accélèrent les mouvements du cœur et, par conséquent, l'action de l'ourari sur l'économie. Aussi, plus les Indiens veulent tuer rapidement les animaux, plus ils augmentent la dose des pipéracées. Cette différence de proportion entre ces substances a fait croire à l'existence de différentes espèces de curare.

M. Jobert a montré aux membres présents les photographies des diverses phases de l'opération, ainsi que des échantillons de chacune de ces plantes.

M. Jobert a aussi étudié les autres espèces de *Strychnos* qui croissent au Brésil. Un *S.* rapporté par Gerstner, ou S. du Proi, est encore plus toxique que le *S. castelnei*. Le *S. triplinervia*, des environs de Rio-de-Janeiro, est employé comme fébrifuge puissant, comme tonique, en infusion. Donné par l'estomac, il n'est pas toxique, mais injecté sous la peau, il agit en véritable poison. Au point de vue le plus général, il semblerait que les *Strychnos* américains paralysent sans tétaniser, tandis que les S. asiatiques provoquent des convulsions et de violentes contractions. Ils ne contiennent donc pas le même principe actif.

DISCUSSION.

A propos de cette dernière remarque, M. Heckel dit que le *Strychnos*, qui sert à fabriquer le *m'boundou* du Gabon, ne contient que de la strychnine. Par contre, il a aussi reçu du Gabon un *S.* assez semblable à un de ceux qui ont été rapportés par M. Jobert, et encore innommé, qui ne donne pas d'effets tétaniques.

De son côté, M. Baillon ajoute que l'abbé Laserteur lui a donné un *S.* assez voisin, mais différent cependant du *S. nux vomica*, qui guérit le tétanos, la rage, et qui serait une sorte d'antagoniste de ce dernier.

M. N. JOLY

Professeur à la Faculté des sciences de Toulouse, correspondant de l'Institut (1).

ÉTUDES SUR LE BANANIER

(*Musa paradisiaca*, Tournefort).

— *Séance du 10 août 1879.* —

Dans une Notice biographique consacrée à la mémoire d'un savant

(1) Ce travail a été commencé par M. le professeur Delile, et continué par M. le professeur Joly.

botaniste que ceux d'entre vous qui l'ont connu regretteront de ne pas voir assister à cette réunion (1), j'exprimais moi-même le regret qu'il ait laissé inachevés bien des travaux importants pour l'édification desquels il avait amassé les précieux matériaux que des circonstances particulières ont fait tomber entre mes mains.

Parmi ces œuvres inachevées, je citais surtout les études qu'il avait entreprises sur les champignons, la Flore d'Amérique, qu'il devait publier avec Bompland, son ami; la Flore du *Port-Juvénal,* cette localité privilégiée qu'a illustrée, depuis, M. Godron, et où les plantes des quatre parties du monde semblent, comme on l'a dit, s'être donné rendez-vous.

J'ajoutais, en terminant mon *Éloge biographique* de Delile : « Espérons que les riches matériaux qu'avait recueillis ce savant professeur et que de tristes circonstances ont fait tomber entre nos mains, pourront être utilisés un jour ou l'autre en passant par des mains plus habiles. C'est là un de mes vœux les plus chers; il ne dépendra pas de moi qu'il ne soit tôt ou tard accompli. »

Déjà M. Jules de Seynes, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, a su tirer un excellent parti des nombreux dessins de champignons que je lui avais confiés, ainsi que des notes, malheureusement fort incomplètes, qui les accompagnaient. Aujourd'hui, mû par un sentiment de reconnaissance pour un de mes anciens maîtres, et par le désir de ne pas rester seul inactif au milieu de la ruche laborieuse que je vois en ce moment à l'œuvre, je viens moi-même vous présenter un travail sur un sujet étranger à mes études habituelles, mais dont Delile préparait les matériaux avec une sorte de prédilection. Je veux parler de ses observations sur le bananier (*Musa paradisiaca*), observations que j'ai cherché à compléter, autant que je l'ai pu, sans avoir toutefois la prétention d'ajouter beaucoup de détails nouveaux aux Notes trop rares qu'a laissées Delile, et aux magnifiques dessins que j'ai l'honneur de faire passer en ce moment sous vos yeux.

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES BANANIERS.

Les bananiers sont des plantes monocotylédones, à tige herbacée, mais vivace, et atteignant la taille de certains arbres, bien qu'ils ne soient rien moins que des arbres proprement dits. Ces végétaux, si précieux par leur utilité, si remarquables par l'élégance de leur port, par la structure de leur tige, de leurs feuilles, de leurs fleurs et de leurs

(1) Voir dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse,* 5me série, t. III, p. 65, ma Notice biographique intitulée : *Éloge historique d'Alyre Raffeneau Delile, professeur de botanique à la Faculté de médecine de Montpellier, membre de l'Institut d'Égypte, correspondant de l'Institut de France, etc.*

fruits, appartiennent au genre *Musa* (Tournefort) et à la famille des Musacées, à laquelle ce genre a donné son nom.

Les bananiers habitent presque exclusivement l'Asie, l'Afrique ou l'Amérique. Leur culture y est très soignée et leurs fruits savoureux sont l'objet d'une très grande consommation : ils constituent même une des bases essentielles de l'alimentation chez tous les peuples intertropicaux.

Hubert, agronome distingué des îles Mascareignes (auj. Réunion), regarde le bananier comme étant le végétal qui fournit le plus de substance nutritive, et dans son *Essai politique sur la Nouvelle-Espagne*, (t. III, p. 20), de Humboldt prétend qu'un terrain de cent mètres carrés où l'on aurait planté quarante pieds de bananiers, rapporterait, au bout de l'année, 4,000 livres, soit 2,000 kilogr. de substance alimentaire, tandis que ce même terrain, ensemencé de blé, n'eût guère fourni que 30 livres (soit 15 kilogr.) de matière alibile. Le produit du bananier serait donc à celui du froment comme 133 est à 1, et comparé à celui de la pomme de terre, il serait comme 44 est à 1 (1).

Bien qu'ils prospèrent surtout dans les climats équinoxiaux, les bananiers ne sont pas tout à fait étrangers à des climats plus tempérés. On les voit croître et fructifier à Madère; ils viennent en pleine terre dans les jardins de l'Andalousie, particulièrement à Séville et aux environs de Malaga (*Bory de Saint-Vincent*); nous les cultivons avec succès dans nos serres, et celui qui a servi à mes études avait atteint plus de six mètres de haut, chez M. Demouilles, l'un des horticulteurs les plus distingués de la ville de Toulouse.

Le groupe des Musacées renferme environ une douzaine d'espèces, dont les plus connues, dans nos contrées, sont le bananier des Sages (*Musa sapientum*), et surtout le *Musa paradisiaca*, ainsi nommé, parce que, s'il faut en croire plusieurs savants, cette espèce est celle dont le fruit a tenté nos premiers parents et dont les feuilles ont servi à couvrir leur nudité. D'autres ont prétendu que l'énorme grappe de raisins apportée à Moïse n'était qu'un régime de bananes.

Ajoutons que, de nos jours même, les Portugais croient apercevoir le signe de la Rédemption dans une sorte de croix formée par une petite déhiscence de la pulpe sur son axe central.

Admette qui voudra ces manières de voir, qui ne reposent sur aucun fondement digne d'une sérieuse attention.

Dampierre appelle le bananier le Roi des végétaux, et dans ses *Harmonies de la Nature*, Bernardin de Saint-Pierre porte l'enthousiasme et l'exagération jusqu'à dire que le bananier donne à l'homme de quoi le

(1) Voy. *Dictionnaire classique d'histoire naturelle*, article Bananier, p. 180, édition de 1822.

nourrir, le loger, le meubler, l'habiller et l'ensevelir. Le même auteur prétend que la nature a réuni dans le fruit du bananier, le baume, le sucre, le vin et la farine, et il s'écrie : « Voilà le vrai végétal de l'homme. »

Toutes ces assertions sont empreintes d'une exagération qu'excusent en quelque sorte, mais que ne justifient pas entièrement les qualités du bananier. Ses fruits ne peuvent, sous le rapport de la quantité de substance nutritive, être comparés et encore moins être préférés au riz et au froment; mais, cuits ou crus, ils fournissent un aliment sain et agréable au goût, et peuvent même servir à la fabrication d'un pain nourrissant, qui se prépare en écrasant la banane et en tamisant la pulpe pour en séparer la partie fibreuse. La pâte qui résulte de cette opération, après avoir été desséchée, peut se conserver pendant longtemps, et délayée dans l'eau ou le bouillon, elle fournit un aliment de facile digestion (1). Enfin, les feuilles sont employées à couvrir le toit des habitations, et les gaînes desséchées donnent des fibres qui servent, surtout celles de l'Albaca (*Musa textilis*), cultivé à l'île de la Réunion, à fabriquer des cordages, des tissus, et même des toiles d'une grande finesse (2).

Au rapport de M. Vieillard, chez les Nouveaux-Calédoniens, les feuilles du bananier, déchirées en étroites lanières, servent aux femmes à faire des ceintures communes pour le travail et la pêche : elles remplacent nos nappes de table, et sont journellement employées pour envelopper le poisson et la viande que l'on fait cuire dans les fours, etc. Les gaînes fournissent des liens pour fixer les ignames aux rames ou des fibres textiles pour les frondes et les filets de pêche (3).

On conçoit facilement qu'une plante qui réunit tant d'avantages précieux pour l'homme, et dont certaines espèces croissent facilement et même fructifient dans nos serres (le *Musa sinensis*, par exemple) ait attiré d'une

(1) Les fruits du *Musa paradisiaca* doivent, avant d'être manges, être soumis à la cuisson; la figue banane provenant du *Musa sapientum* et ses variétés connues sous les noms de *Mignone, Gingeli et Gabou*, n'ont besoin d'aucune préparation et se mangent au dessert, comme les autres fruits.

(2) On cultive aussi à la Reunion le bananier nain de Chine ou *M. Sinensis*, le bananier graine ou *M. Sylvestris*, originaire des Molucques, et surtout le bananier fleur ou *M. coccinea*, si remarquable, dit M. L. Morel, par la beauté de ses spathes écarlates bordées de jaune au sommet qui, serrée les unes contre les autres, s'érigent à l'extremité de la tige comme une fleur brillante, semblant prendre naissance au milieu des feuilles qui l'environnent (Voir dans l'*Album de l'île de la Réunion*, 5e volume, 1872, p. 51, une note intéressante sur le bananier).

L'auteur de cette note, M. Louis Morel, ancien directeur de l'Intérieur à la Reunion, ou il a laissé les plus honorables souvenirs, nous apprend encore que l'on cultive dans cette île une variété de *Bananier du Paradis* originaire de Madagascar, et remarquable par le grand développement de ses fruits.

Quant au nom de *M. Sapientum* donné à l'espèce qui produit la figue banane, édule sans l'aide de la cuisson, l'auteur du travail précité pense que c'est probablement une allusion aux *Bramines* ou Sages de l'Inde qui, grâce à la salubrité de ce fruit et au doux ombrage de l'arbre qui le produit, pouvaient, dit-on, prolonger leur existence au delà de cent ans.

(3) E. VIEILLARD. *Plantes utiles de la Nouvelle-Calédonie*, dans *Annal. Sciences natur.* t. XVI, 4e serie, p. 47.

manière spéciale l'attention des botanistes, et notamment celle du savant professeur de la Faculté de médecine de Montpellier. Combien il est à regretter, encore une fois, que l'observation du maître, habituellement distrait, ne se soit pas concentrée plus longtemps sur le sujet qu'il avait choisi et qu'il n'a pu terminer faute de persévérance. D'autres, plus habiles que moi, le termineront peut-être un jour.

Caractères du genre Musa. — *Organographie des Bananiers et particulièrement du* Musa paradisiaca.

Dans son *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*, Antoine-Laurent de Jussieu caractérise ainsi le genre *Musa*, créé par Tournefort :

« Calix profundè 2 — partitus, lobo superiore et exteriore 5 — dentato, inferiore et interiore cordato concavo. Germen oblongum; Stylus cylindraceus ; Stigma capitatum sex radiatum. Bacca cucumerina loculis et seminibus ob pulpam evanidis. Flores in spadice terminales, spathis persistentibus tecti, 5 — andri, filamento sexto sterili et germine abortivo ; cæteri omnes frugiferi et 1 — andri, filamentis 5 sterilibus. Caulis herbaceus assurgens, vaginis foliorum longissimis tectus ; spadix solitarius cernuus. Semina vidit Rumphius in planta sylvestri. » (Voy. *Genera plantarum*, p. 61, Parisiis, 1789.)

Occupons-nous maintenant des différents organes du bananier, considérés au point de vue morphologique. Nous dirons ensuite un mot de leur anatomie.

Tige souterraine ou rhizome. — Le bananier est une plante bulbeuse ou bulbotubéreuse, traçant sous terre par le même mode que certains souchets ou certains iris.

Il est donc porté sur une souche ou rhizome.

« Ce rhizome est formé d'une bulbe d'où s'échappent des portions horizontales, marquées de cicatrices nombreuses à bords déchirés.

» Ces portions horizontales sont longues de 3 à 7 pouces. Elles naissent de tubercules sphériques, de 9 pouces de diamètre, et aboutissent à d'autres tubercules semblables, dont les plus nouveaux servent de plateaux aux feuilles qui en naissent, et dont les plus vieux périssent en se dégradant graduellement par le sommet, après que les vieilles tiges florifères et mortes se sont détériorées jusqu'en terre.

» Divers bourgeons coniques naissent du contour d'une souche qui, dans le principe, était elle-même un simple bourgeon. Ces bourgeons, en se renflant, deviennent ordinairement étranglés par leur base, qui continue à faire corps avec la souche neuve, au moyen de courtes branches arrondies ou prolongements horizontaux du rhizome.

» Ce rhizome est la vraie tige vivace et souterraine du bananier. On reconnaît, par une coupe transversale, qu'elle est composée de fibres principalement longitudinales, placées dans un tissu cellulaire, formant avec elles un assemblage solide.

» Le tissu résultant des fibres et du parenchyme associés, est réparti en deux ordres : l'un central, plus épais, florifère ; l'autre extérieur contenant le premier. La plus grande épaisseur du système florifère ou central est d'un pouce. »

Ici se terminent les notes ou plutôt le texte rédigé par l'auteur de la *Flore d'Égypte*. En ce qui concerne les organes autres que la tige souterraine ou rhizome, nous n'avons trouvé, dans ses cartons, que de courtes et rares explications des figures si habilement exécutées soit par Delille lui-même, soit par Node-Veran, l'heureux émule de Redouté. A ces lacunes considérables, nous avons tâché de remédier en étudiant d'après nature les parties que notre professeur avait seulement représentées par le dessin. Empressons-nous d'ajouter que toutes ces représentations iconiques, auxquelles nous avons cru devoir en ajouter quelques autres, nous ont paru de la plus rigoureuse exactitude.

Tige aérienne. — La tige ou hampe qui surmonte la bulbe et qui en naît, s'élève à la manière d'une colonne qui, dans nos serres bien soignées et bien exposées, atteint jusqu'à six ou sept mètres de hauteur. Cette tige se compose d'un nombre variable de (sept à dix) gaînes foliacées, à côte médiane très épaisse, tandis que les expansions latérales qui en émanent vont en diminuant d'épaisseur au point de n'avoir plus, sur leurs bords libres, que celle d'une feuille de papier assez fin. Ces gaînes s'enveloppent et s'emboîtent mutuellement, de manière à constituer une sorte de tige herbacée peu consistante, mais néanmoins assez solide pour porter les longues feuilles elliptiques qui la terminent et qui continuent les gaînes foliacées.

Les gaînes les plus anciennes, et, par conséquent, les plus extérieures, sont nues à leur sommet, soit parce que les feuilles qui devaient y prendre naissance ont complètement avorté, soit parce qu'elles en sont déjà tombées.

Au centre de cet assemblage de gaînes et de feuilles, et de la partie supérieure de la bulbe nourricière, s'élève une hampe de consistance un peu plus solide que les gaînes qui l'entourent, recourbée et pendante à son sommet; la portion recourbée porte les verticilles de fleurs auxquelles succéderont bientôt les fruits, ou mieux les régimes du bananier.

Mode d'enroulement des gaines foliacées. — L'avant-dernière gaîne enveloppe complètement la dernière, c'est-à-dire la plus centrale. Celle-ci s'enroule de manière qu'une de ses moitiés vienne occuper toute la rainure concave de la côte principale de la gaîne; l'autre moitié s'en-

roule plusieurs fois autour de ce premier rouleau et finit, en s'amincissant de plus en plus, par s'accoler, sur une étendue de deux centimètres au moins, à la partie la plus mince de l'avant-dernière gaîne, laquelle, à son tour, s'enroule entièrement autour d'elle. En défivitive, l'ensemble des gaînes est disposé de telle sorte que leurs grosses nervures ou côtes principales occupent, par alternance, tantôt un segment, tantôt un autre de la tige cylindrique, et que les vides laissés entre ces côtes sont remplis par les parties foliacées et amincies, plusieurs fois enroulées sur elles-mêmes ou autour des gaînes qui les précèdent.

Feuilles. — Les feuilles du bananier sont grandes (1^m,50 à 2 mètres), elliptiques ou en ovale très allongé, entières ou accidentellement déchirées, portées sur un pétiole épais, qui en constitue la nervure ou côte médiane, continuation de celle de la gaîne correspondante. De cette côte médiane partent obliquement des nervures secondaires, parallèles entre elles, dont les plus saillantes sont espacées les unes des autres de près d'un centimètre. Des fibres ou petites colonnettes nombreuses, parallèles à la nervure médiane, coupent la direction des nervures secondaires et constituent ainsi une espèce de réseau à mailles lozangiques très délicates et même fort élégantes.

Les feuilles du *Musa paradisiaca* sont d'un vert clair très agréable à l'œil, et leur port est des plus gracieux.

Fleurs. — Les fleurs du bananier sont, nous l'avons déjà dit, disposées en demi-verticilles, distincts les uns des autres à la partie supérieure et recourbée de la hampe. Chacun de ces demi-verticilles se compose de dix à douze fleurs sessiles, et il est muni à sa base d'une grande bractée vivement colorée. D'après A. Richard, que nous consultons en ce moment pour la description des organes floraux, les fleurs qui occupent la partie inférieure de cette sorte de régime sont femelles et donnent seules des fruits : leur ovaire est beaucoup plus gros et plus allongé que celui des fleurs stériles, c'est-à-dire, à style imparfait, placées au sommet du régime.

Les fleurs elles-mêmes se composent d'un périanthe ou calice légèrement lavé de blanc, de jaune et de rose ; on y distingue en quelque sorte deux lèvres, l'une supérieure et externe, formée de cinq divisions pétaloïdes réunies entre elles, excepté à leur sommet, où elles sont parfaitement distinctes et séparées ; l'autre, inférieure, enveloppée à sa base par la première, et n'offrant qu'une seule division concave, cordiforme, plus large que la supérieure, mais colorée comme elle.

Les étamines, au nombre de six, sont épigynes et insérées à la partie interne des divisions calicinales. Les anthères sont linéaires, introrses, à deux loges, surmontées d'un petit appendice qui n'est rien autre chose que la terminaison du filet.

Notez que dans les fleurs fertiles, les étamines sont moitié plus courtes que les divisions supérieures du périgone. Dans les fleurs stériles, par suite de l'imperfection du pistil, les étamines, au contraire, dépassent les divisions calicinales.

Le pistil se compose d'un style simple, surmonté d'un stigmate arrondi, presque sphérique, et d'un ovaire allongé, recourbé, à la manière d'un cornichon, mais d'une saveur bien différente, surtout lorsqu'il est parvenu à pleine maturité. Alors il constitue une sorte de capsule ou baie remplie d'une pulpe farineuse, fondante et sucrée, connue sous le nom de banane.

Les graines avortent constamment dans la plante cultivée. Antoine-Laurent de Jussieu dit que Rumphius les a vues dans la plante à l'état sauvage (1), mais il ne les décrit pas. Je n'en ai moi-même trouvé nulle part ni une figure exacte, ni une bonne description.

Fruit. — Tout le monde sait que le fruit du bananier est un régime, portant quelquefois jusqu'à une centaine de capsules ou baies irrégulièrement triangulaires ou plutôt pentagonales, recourbées à la manière des concombres, vertes d'abord, plus ou moins jaunâtres à leur maturité. Chez le *Musa paradisiaca*, elles atteignent jusqu'à $0^m,15$ de longueur; elles sont plus courtes chez le *M. Sapientum*. Toutes renferment, dans un péricarpe assez consistant, une sorte de pulpe farineuse plus ou moins fondante et sucrée selon les époques de maturation (2).

Partie anatomique proprement dite.

La tige du bananier est, avons-nous dit, formée par les bases engaînantes des pétioles qui s'emboîtent les unes dans les autres et s'enveloppent réciproquement par des tours de spire plus que complets. Le centre de la tige, ou système *florifère*, est constitué par la hampe.

Vue au microscope, une coupe transversale de celle-ci présente l'aspect d'un tissu cellulaire entourant de gros tubes ou espaces cylindriques, où sont logées les trachées, dont on voit quelques tours de spire, si la coupe est un peu épaisse. Sur une tranche longitudinale de cette même hampe, on aperçoit des faisceaux de fibres parallèles, formées de cellules soudées bout à bout et entourées de cellules plus grosses rectangulaires, carrées ou plutôt cubiques. Les fibres elles-mêmes paraissent composées de filaments nombreux et très ténus, dont on voit les extrémités lorsqu'une des cellules composantes vient à se détacher par suite de la macération.

(1) « *Semina vidit Rumphius in planta sylvestri.* » Voy. Antoine-Laurent de Jussieu. *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*, p. 61, *Parisiis*, 1789.

(2) Une tranche du fruit mûr, mise dans l'eau, y acquiert, au bout de quelques jours, la consistance et l'aspect du miel, ou mieux encore, de la gelée de coings.

Les cellules qui entourent ces fibres renferment des granules féculents qui bleuissent par l'iode; mais ces granules sont beaucoup plus petits que ceux de la pulpe du fruit que nous étudierons plus tard. Enfin, de très nombreuses et très grosses trachées entrent aussi dans la structure de la hampe florifère.

Elles y sont même en si grand nombre, que si l'on veut faire une coupe transversale de la hampe, il faut, pour enlever le fragment, trancher avec des ciseaux l'énorme paquet de trachées, déroulées à l'instar d'une perruque frisée, qui retient ce fragment attaché au reste du tronçon.

Quant aux trachées elles-mêmes, elles sont généralement d'un très gros calibre, facilement déroulables par rubans qui semblent porter plusieurs tours de spire (sept à huit), et sont marqués d'une multitude de taches, disposées en séries parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction des tours spiraux.

Vues à un très fort grossissement, ces taches ressemblent à des taches elliptiques, superposées les unes aux autres et séparées par des séries de points qui semblent diviser la trachée en autant de lames longitudinales et rayées qu'il y a de séries de points.

Delile a très bien représenté ces apparences, dans les figures 13 et 14 de l'une des planches annexées au présent mémoire.

Anatomie des feuilles et de leurs gaînes. — Des trachées volumineuses, des colonnes creuses, prismatiques, disposées parallèlement les unes aux autres dans le sens vertical, des cellules épidermiques généralement très allongées, polygonales, des stomates de forme ordinaire assez nombreux, surtout à la face inférieure (1); enfin un parenchyme formé d'utricules remplis de chlorophylle : tels sont les éléments qui entrent dans la composition des feuilles du bananier, enroulées en graîne ou développées en limbe.

Des cloisons nombreuses, transversales, régulièrement espacées, établissent une foule de compartiments dans les tubes prismatiques qui constituent la nervure médiane et les expansions foliacées de la gaîne, expansions si minces sur leurs bords, que, sans préparation préalable, on peut facilement en étudier la structure, en plaçant un fragment marginal quelconque sous la lentille du microscope.

De nombreuses cloisons s'observent aussi entre chacune des fines nervures qui partent de la nervure médiane. En un mot, les feuilles, comme leurs gaînes, constituent un vaste système de vacuoles, où l'air circule abondamment.

(1) Delile dit avoir constaté la présence des stomates jusque sur la partie la plus inférieure des pétioles engaînants.

Quant aux cloisons elles-mêmes, elles sont formées d'un tissu cellulaire fenêtré, c'est-à-dire percées de trous ovales, entre lesquels se trouve une substance d'apparence amorphe, où l'on voit des granules ronds, presque opaques, et des grains nombreux de fécule plus allongés et plus petits que ceux du tissu cellulaire sous-épidermique. Quelques cristaux prismatiques, de grosseurs diverses, apparaissent aussi dans le tissu des cloisons. Enfin, l'on y voit quelques sacs à raphides, mais aucune trace de trachées.

Structure de la banane. — L'épiderme de ce fruit est formé d'un assemblage de cellules polygonales, les unes courtes, presque sphériques, les autres très allongées ou ovales, dont quelques-unes contiennent des cristaux étoilés ou plutôt hérissés de pointes aiguës.

La pulpe sucrée que renferme le péricarpe se compose de grandes cellules, qui, avant la maturité complète du fruit, renferment une énorme quantité de grains de fécule bleuissant par l'iode, tandis que quand le fruit est mûr et la fécule transformée en sucre, les grains amylacés, leur enveloppe et celle des cellules elles-mêmes disparaissent en partie ou en totalité.

Le péricarpe ou écorce du fruit de la banane se compose de fibres parallèles formées de longues cellules étroites, soudées bout à bout et de grosses trachées qui paraissent en renfermer de plus petites, et qui longent les faisceaux de fibres. On trouve, au dessous, de grosses cellules polyédriques contenant de la fécule bleuissant par l'iode. On observe aussi dans le péricarpe d'assez nombreux sacs à raphides, et même des raphides libres.

Enfin, le tissu ou pulpe féculente de la banane est disposé par disques ou tranches parallèles, dont la symétrie rappelle, jusqu'à un certain point, celle des cloisons transversales qui divisent les tubes prismatiques de la nervure médiane des feuilles en compartiments ou chambres aériennes superposées.

Outre l'air atmosphérique, les feuilles et les gaînes du bananier contiennent en abondance un liquide séveux, limpide comme de l'eau, qui s'échappe de la tige aérienne lorsqu'on l'a séparée du rhizome (1).

Ce qu'il y a surtout de remarquable dans la constitution du bananier, c'est l'énorme quantité de fécule qu'il renferme. On en trouve non seulement dans la pulpe du fruit, où elle est plus abondante que partout ailleurs, mais encore dans le tissu cellulaire des feuilles, dans les cloisons des vacuoles de leurs parties engaînantes, et très probablement aussi dans le bulbe lui-même.

(1) Ce fait nous a naturellement remis en mémoire ce que l'on dit de *l'arbre du voyageur* ou Ravenal de Madagascar. On sait que cette plante appartient aussi à la famille des Musacées, et que si l'on perce la base de ses feuilles, il s'en écoule une eau limpide et fraîche, qui sert souvent, dit-on, à apaiser la soif des voyageurs.

On trouve aussi dans les cloisons du tissu lacunaire des gaînes convolutées, et dans le limbe des feuilles proprement dites, des cristaux de diverses formes, transparents, et des sacs à *raphides*, tels que Delile les a représentés.

D'autres cristaux, mais opaques et comme hérissés de pointes très aiguës et transparentes, s'observent dans l'épiderme de la feuille et du fruit.

A la prière de Delile, M. Regimbeau, pharmacien à Montpellier, a fait, en 1830, l'analyse de la sève renfermée dans la tige du bananier, ainsi que celle des cristaux contenus dans presque tous les organes de cette même plante, si remarquable à tant d'égards. M. Regimbeau a constaté que les cristaux dont il s'agit sont entièrement formés d'oxalate de chaux. Il a trouvé dans la sève du bananier :

1° Beaucoup de fécule ;

2° Acide oxalique ;

3° Oxalate de potasse ;

4° Muriate de potasse.

Mais il n'a point découvert, dans cette même sève, l'acide malique, l'acide acétique, l'acide gallique, la chaux, la soude et l'alumine que Boussingault dit y avoir rencontrées.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE V.

Fig. 1. — *a*. Tige du bananier (*Musa paradisiaca*) — *bb*. Ses rhizomes ou tiges souterraines partant de la souche principale *c*, et produisant eux-mêmes des rhizomes plus petits *dd*. — *ee*. Les gaînes qui supportent la partie étalée ou limbe de la feuille. Ces gaines s'enveloppent mutuellement pour former la tige au centre de laquelle se trouve la hampe florifère, formée elle-même par la partie mince et enroulée des gaînes.

Fig. 2. — *b*. Portion terminale du dessin précédent, qui a été coupé en *x* (fig. 1) pour ménager l'espace.

Fig. 3. — Coupe longitudinale d'une tige de *M. Paradisiaca* pour montrer la disposition des gaines *gg* (au nombre d'une dizaine) qui supportent les feuilles. On voit au centre la hampe *h*, qui portera les régimes chargés de bananes ; — *ff* (fig. 4) bouquet de feuilles terminales. — B. Portion coupée du bulbe ou rhizome d'où émanent les gaînes et, par conséquent, les feuilles.

Fig. 4. — A joindre en *x* pour terminer le dessin.

Fig. 5. — Section longitudinale de deux bulbes, l'une principale A, l'autre secondaire B, d'où émanent les gaînes ; *rr*. Racines du bulbe. — T. Coupe longitudinale de la tige ; *vv*. Nombreuses et vastes vacuoles des gaînes.

Fig. 6. — Coupe transversale d'une tige, pour faire voir les vacuoles de la nervure médiane de gaînes, d'où émane, de chaque côté, une lame mince qui corres-

pond au limbe de la feuille proprement dite, et s'enroule, en s'amincissant de plus en plus, pour former les parties plus centrales de la tige.

Fig. 7, 8, 9 et 10. — Fleurs du bananier à divers degrés de développement et vues sous divers aspects.

Fig. 11. — Banane de l'île de la Réunion, dessinée sur les lieux et à l'état frais.

N. B. : Toutes les figures de cette planche, sauf la figure 11, ont été extraites des cartons de Delile et dessinées par Node-Véran, père.

PLANCHE VI.

Fig. 12. — Épiderme des feuilles enroulées en gaines du *M. Paradisiaca*; *a*. Stomates.

Fig. 13. — Trachée (?) très grossie (ou vaisseau ponctué et rayé?) à membrane criblée d'ouvertures ou de taches elliptiques.

Fig. 14. — Dessin qui figurait à côté du précédent, mais, comme lui et le suivant laissé par Delile sans aucune espèce d'explication.

Fig. 15. — Ruban trachéen déroulé.

N. B. : Ces trois dernières figures ont été représentées à un très fort grossissement; malheureusement Delile a négligé, comme partout, de l'indiquer.

Fig. 16. — Sacs remplis de raphides (cristaux en aiguille), et logés dans les vacuoles des gaînes.

Fig. 17. — Autre sac à raphides vu à sec.

Fig. 18. — Les mêmes, crevant spontanément dans l'eau et laissant sortir les aiguilles.

Fig. 19 et 20. — Grains de fécule contenus dans les gaines, c'est-à-dire échappés de cellules semblables à celle représentée figure 20.

Fig. 21. — Cristaux prismatiques du tissu cellulaire des gaînes.

Fig. 22. — Coupe transversale d'une figue banane. — *vv*. Petites vacuoles du péricarpe, rappelant celles des grosses nervures des gaines, et même celles des petites nervures des feuilles, preuve de plus, entre mille autres, à l'appui de la *Theorie de la Métamorphose des plantes* (*Gœthe*).

a. Partie centrale du fruit presque réduite à l'état de *miel*.

b. Partie périphérique de la pulpe.

c. Péricarpe détaché et renversé pour faire voir les sillons indiquant les divisions du fruit en plusieurs loges. Ce fruit ne renfermait pas de graines.

Fig. 23. — Cellules isolées contenues dans la pulpe périphérique du fruit.

Fig. 24. — Grains de fécule isolés qui s'y trouvaient contenus.

Fig. 25. — Cellules de la partie centrale, presque mielleuse, du fruit. La fécule, changée en sucre, en a complètement ou presque complètement disparu.

Fig. 26. — Un des cristaux renfermés dans cette même pulpe.

N. B. : Les figures 12 à 18 de cette planche appartiennent à Delile ; les figures 19 à 26 ont été dessinées par moi à un grossissement de 300 diamètres. N. J.

M. MERGET

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

RESPIRATION CHLOROPHYLLIENNE DES PLANTES SUBMERGÉES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Merget traite du mode de production des échanges gazeux entre les plantes aquatiques et le milieu ambiant, dans la fonction chlorophyllienne.

De l'ensemble de ses recherches sur cette question, il conclut que les végétaux submergés sont enveloppés d'une couche gazeuze adhérente, formant autour d'eux une atmosphère limitée dans laquelle se diffuse l'acide carbonique que l'eau ambiante tient en dissolution. Cet acide passe à l'état de gaz dans la trame des tissus, par des ouvertures superficielles naturellement ou accidentellement pratiquées, et pénètre ainsi jusque dans l'intérieur des cellules chlorophylliennes, où sa réduction s'opère sous l'influence de la lumière. L'oxygène provenant de cette réduction sort aussi, à l'état gazeux, des mêmes cellules et se dégage en bulles par les ouvertures artificielles, où il rencontre le minimum de pression.

M. HECKEL

Professeur à la Faculté des sciences de Marseille.

DE LA CLEISTOGAMIE DANS LE PAVONIA HASTATA ET DANS QUELQUES AUTRES PLANTES

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. HECKEL

Professeur à la Faculté des sciences de Marseille

DE L'ORGANISATION DES DICRANUM

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.*

M. Heckel fait ensuite connaître la présence d'une couche plus ou moins épaisse de cellules épaissies dans les feuilles de *Mnium* et de *Dicranum*. Ces cellules sont munies de pores très prononcés permettant une entrée rapide des liquides dans leur intérieur.

M. A. LADUREAU

Directeur du laboratoire de l'Etat et de la station agronomique du Nord.

DU ROLE DES CORPS GRAS DANS LA GERMINATION DES GRAINES.

Séance du 1er septembre 1879. —

Nous avons conçu l'idée et le plan du travail que nous avons l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'appréciation des agronomes, des botanistes et des hommes d'étude curieux des lois de la physiologie végétale, en examinant un échantillon industriel d'huile de « germes de maïs », qui nous fut soumis il y a quelque temps déjà. Nous avions souvent remarqué dans nos analyses quotidiennes que toutes les graines renfermaient une quantité de corps gras plus ou moins élevée, mais nous n'avions jamais songé à rechercher quelle était l'utilité, quel était le rôle de ces corps gras que la nature a déposés ainsi, dans la graine et surtout quelle place ils y occupaient. Notre attention fut éveillée par ce fait, que l'on pouvait extraire industriellement une quantité d'huile assez considérable des germes de maïs ; de là à rechercher pourquoi cette huile se trouvait précisément autour du germe et pas ailleurs, et quel but lui était assigné, il n'y avait qu'un pas : nous avons tenté de le faire, et espérons que cette étude contribuera du moins à porter quelque lumière sur ce point si intéressant de physiologie, à savoir les causes et les conditions du développement de l'embryon.

Le terrain était à peu près vierge devant nous, car, sauf les travaux de M. Boussingault sur la putréfaction des graines et des fruits, et ceux de M. Müntz, chef des travaux chimiques à l'Institut agronomique de Paris sur la germination des graines oléagineuses, nous ne connaissons rien qui ait été fait ou publié sur la matière.

Boussingault (*Économie rurale*, t. Ier, p. 300 et 307), avait reconnu que durant la putréfaction des graines et des fruits contenant des matières grasses, celles-ci se transformaient en acides gras libres.

M. Pelouze, poursuivant quelques recherches dans le même ordre d'idées, avait également reconnu que des graines broyées, renfermées dans un flacon, se décomposaient, et que leurs corps gras s'acidifiaient en quelques mois.

M. Müntz, dans son très remarquable travail « Sur la germination des graines oléagineuses » (*Annales de physique et de chimie*, t. XXII, année 1871, p. 472), a publié un certain nombre d'analyses faites par lui de

graines avant, pendant et après leur germination. Il résulte de ses recherches que :

1° Pendant la germination des graines oléagineuses, la matière grasse se dédouble progressivement en glycérine et en acides gras ;

2° La glycérine disparaît au fur et à mesure qu'elle est mise en liberté ;

3° A une certaine époque, la jeune plante ne contient plus que des acides gras libres ;

4° Par l'accroissement de l'embryon, ces acides gras subissent une absorption lente, mais progressive d'oxygène.

Voilà à quel point se trouvait l'état de la question au moment où nous avons entrepris son étude.

Surpris de trouver la matière grasse déposée dans la graine du maïs tout autour du germe, nous avons voulu voir si ce fait était général ou s'il était propre à cette graine. Nous avons donc examiné un nombre considérable de graines diverses et avons reconnu que :

Dans toutes les graines qui ne sont pas oléagineuses, et qui renferment par conséquent une proportion élevée de cellulose, d'amidon, etc., et une faible quantité de matière grasse, cette matière grasse se trouve toujours réunie au pied du germe, à son point d'attache dans la graine. Dans les graines oléagineuses, l'huile paraît au contraire se trouver répartie à peu près également dans toute la substance de la graine.

Nous avons isolé à la main, à l'aide d'un canif ou de tout autre instrument, la portion voisine du germe dans des graines féculentes, telles que blé, maïs, haricots, pois, lentilles, fèves, etc., et avons toujours trouvé dans cette partie la presque totalité de la matière grasse contenue dans la graine entière. Nous croyons même qu'avec plus d'adresse nous aurions probablement trouvé là *toute* la matière grasse. Ces matières grasses étant toutes liquides, du moins dans toutes les graines que nous avons étudiées, nous les nommerons désormais *huiles*, pour abréger.

Nous allons citer quelques-uns des résultats que nous avons obtenus en faisant ces déterminations d'huiles dans les graines.

Graines ou grains de maïs. — La portion avoisinant le germe, partie grise, molle et facile à distinguer à l'œil, ayant été séparée à la main, on y trouva les quantités suivantes d'huile, suivant les qualités de maïs.

Huile 0/0 Dans le germe.	Huile 0/0 Dans le reste de la graine.
29.15	0.30
28.51	1.80
29.47	0.15
26.33	1.05
24.19	1.47

Le poids des germes a varié de 12 à 15 0/0 du poids de graines total.

Haricots blancs :

Huile 0/0 Partie entourant le germe.	Huile 0/0 Dans le reste de la graine.
2.35	0.12
3.19	0.07
2.14	0.24
4.01	0.10
3.77	0.03

Le poids des germes varie de 1 à 3 0/0 du poids total des graines.

Fèves communes :

Huile 0/0 Partie autour du germe.	Huile 0/0 Dans le reste de la graine.
3.24	0.19
4.62	0.02
2.93	0.43
4.19	0.05
3.53	0.33

Nous ne multiplierons pas ces exemples, qui montrent tous la même chose, et passons aux conclusions à tirer de ce fait très remarquable de l'accumulation autour de l'embryon de toute la matière grasse qui se trouve dans la graine.

Toutefois, avant d'aborder ces conclusions qui pourraient paraître prématurées, qu'il nous soit permis de nous arrêter un peu sur quelques phénomènes qui présentent au point de vue de ces conclusions même, un intérêt tout particulier.

Nous avons souvent remarqué que, lorsqu'on mettait en présence de la matière organique un corps gras et une certaine quantité d'humidité, on obtenait au bout d'un temps plus ou moins long un échauffement de toute la masse assez considérable parfois pour déterminer son inflammation. Tous les industriels connaissent ce fait et évitent de réunir en amas un peu volumineux les chiffrons et déchets divers imbibés de matières grasses.

Cet échauffement se fait aussi bien au contact de l'air que dans un vase absolument clos. Nous-même avons mis en pratique cette propriété assez remarquable des corps gras pour créer il y a quelques années, à Tourcoing une industrie qui depuis y a pris un certain développement, la torréfaction des déchets de laine destinés à l'agriculture, par l'échauffement spontané produit par cette réunion des matières organiques, des corps gras et de l'eau en certaines proportions.

Nous faisons dresser des tas de ces matières ayant environ 2 à 3 mètres de hauteur sur autant de largeur et 10 mètres de profondeur, les

faisons arroser avec des liquides plus ou moins chargés de matières fertilisantes, jusqu'à ce qu'il y ait environ 20 à 25 0/0 d'eau et attendons quelques jours que la décomposition s'opère, ce qui ne manque jamais d'arriver, un peu plus tôt en été qu'en hiver, à cause de l'élévation de la température ambiante.

Au moyen de tubes de fer creux que l'on introduit dans les tas de distance en distance, et dans lesquels on fait descendre des thermomètres gradués sur tige, on peut suivre très facilement les progrès de la décomposition. Quand on la juge suffisamment avancée, ce que la pratique permet de reconnaître aisément, on ouvre les tas de manière à permettre à l'air d'y pénétrer et on arrête ainsi l'opération.

La laine est alors torréfiée : elle se présente sous la forme de masses compactes, assez dures, de couleur brune plus ou moins foncée, et suffisamment friables pour qu'on puisse les réduire en poudre par une action mécanique assez faible.

Si nous sommes entré dans ces explications d'ordre technologique, c'est uniquement parce que la fabrication que nous venons de décrire est fondée sur le principe même que nous étudions dans ce mémoire, et afin de montrer le parti que l'industrie et l'agriculture peuvent tirer parfois de simples expériences de laboratoires qu'on ne croit pas toujours, au premier abord, susceptibles d'une utilisation pratique.

Voici les principaux faits sur lesquels s'appuie notre théorie :

1° Si l'on abandonne à elles-mêmes des matières organiques assez divisées, comme la laine, par exemple, après les avoir dépouillées de leurs matières grasses et en leur donnant une quantité d'eau très supérieure à celle que renferment en général toutes les matières organiques à l'état sec, quantité qui ne varie guère que de 8 à 12 0/0, on n'observe pas d'élévation notable de température. La matière, au bout d'un certain temps s'altère, entre en décomposition et en putréfaction, mais sans que sa masse s'échauffe d'une manière sensible ;

2° Si l'on prend de même une matière organique très divisée dans son état normal, c'est-à-dire ne contenant guère que de 8 à 12 0/0 d'eau et qu'on y mélange intimement une certaine quantité de graisse, d'huile végétale ou animale quelconque, si l'on abandonne ce mélange en tas durant quelques mois, on n'observe qu'au bout d'un temps très long un échauffement accompagnant le rancissement, l'acidification de l'huile par l'absorption de l'oxygène de l'air ;

3° Mais si cette même matière organique mélangée d'huiles ou de corps gras est mise en amas d'une certaine importance, après avoir été mouillée de manière à renfermer environ 20 à 25 0/0 d'humidité totale, on reconnaît au bout de très peu de jours que la masse commence à s'échauffer ; bientôt on voit de la vapeur d'eau s'en échapper, et c'est

alors que, la température s'élevant considérablement, la matière subit la torréfaction dont nous venons de parler. — Si, au lieu de l'arrêter en ce moment en ouvrant la masse et en l'étendant par terre en couche mince, de manière à la refroidir brusquement, on laisse l'échauffement se continuer, on peut être à peu près certain de voir bientôt la matière entrer en combustion, avec ou sans flammes, et se réduire complètement en cendres en produisant des torrents de fumée et de vapeur d'eau.

Nous avons été à plusieurs reprises témoin de ce curieux phénomène qui avait devancé nos prévisions et que l'on peut reproduire très facilement.

Les faits dont nous parlons expliquent complètement ces cas de combustion spontanée qui se produisent si fréquemment dans les amas de chiffons, de déchets gras et humides, de laine ou de coton, qui sont la terreur des industriels et des Compagnies d'assurances, ainsi que ces incendies que rien ne faisait pressentir et dont sont si souvent victimes les cultivateurs qui ont rentré dans leurs granges des foins ou des récoltes trop humides.

Le fait capital que nous voulons retenir de tout ce qui précède, c'est que : chaque fois qu'une matière organique, azotée ou non, se trouve en présence d'une certaine quantité d'un corps gras quelconque solide ou liquide, et d'une proportion d'eau très supérieure à 10 0/0, cette matière subit au bout d'un temps plus ou moins long, mais généralement assez court, un échauffement qui peut être assez considérable pour déterminer dans certains cas, l'embrasement total de sa masse.

Nous allons montrer comment cette loi est applicable à la germination des graines et quelles conséquences en découlent au point de vue de la cessation de leur faculté germinative.

Toutes les graines, du moins toutes celles dont nous connaissons les analyses et celles que nous avons examinées pour notre compte personnel, renferment une certaine quantité de corps gras. Cette quantité varie suivant l'espèce de la graine, et même dans chaque espèce, elle est susceptible de variations qui sont parfois assez importantes.

Dans certaines graines, que l'on connaît sous le nom de graines oléagineuses, telles que le lin, l'œillette, le colza, l'arachide, la navette, le sésame, etc., cette quantité de corps gras, d'huile grasse est considérable et cette huile se trouve répartie dans toute la substance même de la graine, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Dans les autres, parmi lesquelles nous citerons les graines féculentes, telles que le blé, le maïs, le riz, les fèves, lentilles, féverolles, etc., la proportion de matière grasse est assez faible, et chose très remarquable, on trouve toujours la presque totalité de cette matière grasse dans le

germe et dans la partie de la graine qui se trouve au pied de ce germe, ainsi qu'on peut le reconnaître par les chiffres que nous avons donnés au commencement de ce mémoire.

Il en résulte que lorsque l'on met en terre ces graines, qui, dans leur état normal, ne renferment que 10 0/0 d'humidité, elles se trouvent dans un milieu qui en est infiniment plus chargé; elles en absorbent bientôt une certaine proportion (20 à 25 0/0 de leur poids), et alors les circonstances nécessaires à la production de chaleur dont nous venons de parler se trouvant réalisées par la réunion de matières organiques, d'huile grasse et d'eau, il y a une élévation notable de la température tout autour de l'embryon ; celui-ci, sous l'empire de cette double action physique et chimique assez énergique, subit la surexcitation particulière qu'on nomme la vie; il perce alors le testa, probablement très ramolli par cette élévation de température et la production d'une petite quantité de vapeur qui en résulte, le germe apparaît : la graine inanimée est devenue une plante vivante!

Nous n'avons parlé jusqu'ici que du phénomène physique de l'élévation de la température, mais il y a en outre une transformation chimique subie par le corps gras sur laquelle nous allons revenir, et comme toute action chimique est accompagnée d'un dégagement d'électricité, il est très présumable que cette force encore si mal connue et que l'on observe à chaque instant dans la vie, exerce également son influence dans la production de ce nouvel état: la vie végétale.

Les modifications chimiques que subissent les corps gras durant l'acte de la germination, ont été très bien étudiées par M. Müntz. Les expériences, dont nous avons donné les résultats et que les nôtres ont pleinement confirmées, ont montré que les huiles neutres que renferment les graines, se dédoublent en acides gras et en glycérine, qui sont absorbés assez rapidement par la jeune plante pour la formation de ses tissus. Quelques auteurs croient que la matière grasse fournit le glucose d'où dérivent les autres hydrates de carbone, de même que la matière amylacée, ce glucose se transformant à son tour en cellulose par l'absorption du carbone. Cette opinion est très soutenable ; mais il nous paraît probable que les acides gras formés durant la germination se transforment en corps nouveaux analogues à la résine, par l'absorption d'une certaine quantité d'oxygène.

Nous avons fait un assez grand nombre d'essais sur cette transformation des corps gras neutres en acides gras avec des graines de toute nature et nous avons toujours reconnu que : dès que le germe apparaissait, l'huile devenait acide, que cette acidité augmentait rapidement, et que la proportion de corps gras diminuait à mesure que la jeune plante se développait, pour devenir tout à fait nulle au bout de quelque temps.

Pour ne pas fatiguer nos lecteurs, nous ne citerons qu'un exemple, celui du cresson alénois (Lepidium sativum), graine qui, à l'état normal, renferme près de 24 0/0 de son poids d'huile grasse tout à fait neutre.

Nous l'avons mise en germination, après en avoir déterminé exactement la proportion d'huile, et l'avons examinée au bout de deux jours, au moment où les germes venaient de sortir, puis au bout de huit jours, alors qu'ils étaient complètement développés.

Voici ce que nous avons observé :

Cresson alénois,	graine normale.....	23.75	0/0	d'huile neutre.
Id.	au début de la germinat^{ion}.	20.82	»	acide.
Id.	après huit jours »	17.35	»	»
Id.	après quinze jours »	13.27	»	»
Id.	après un mois »	9.22	»	»

Les mêmes phénomènes se reproduisent d'une manière générale, avec toutes les graines que nous avons observées.

Cette acidification des corps gras neutres mis en présence des matières organiques diverses et d'une certaine quantité d'humidité, coïncide toujours avec l'échauffement qui se produit dans ces conditions, et qui n'est, croyons-nous, que la conséquence immédiate de cette transformation chimique. Nous l'avons toujours observée dans les analyses nombreuses que nous avons faites jadis des déchets de laine avant et après leur torréfaction naturelle, c'est-à-dire produite par leur échauffement spontané. Nous avons eu l'occasion de la reconnaître à diverses reprises dans des cargaisons de graines de coton, de sésame et d'arachides venant du Levant, ayant reçu de l'eau de mer et ayant, par suite, contracté cette modification profonde, qui en change l'aspect et la composition au point de les rendre presque invendables. Nous avons analysé ces graines avariées, transformées en masses brunes ayant un peu l'odeur de la chicorée, et nous avons toujours trouvé dans l'huile que nous en avons extraite une grande proportion d'acides gras. Ces huiles avaient une couleur brune plus ou moins foncée, suivant que l'échauffement des graines avait eu lieu plus ou moins complètement. Nous avons la conviction que bien des incendies qui se déclarent parfois spontanément à la suite de coups de mer, dans les navires qui reviennent des Indes avec des chargements de graines oléagineuses, n'ont pas d'autre origine que le phénomène que nous étudions.

Au point de vue qui nous occupe, de la germination des graines, il est un fait assez intéressant à signaler, fait qui corrobore la théorie que nous émettons, c'est que lorsqu'on les fait germer dans un milieu humide et chaud de 25° à 30° centigrades, on avance considérablement l'époque de la sortie de l'embryon. Des graines qui ne lèvent qu'en

25 jours dans les conditions normales, n'exigent dans ce cas que quelques jours ; celles qui ont besoin de 8 jours poussent au bout de 48 heures.

Nous utilisons cette propriété très remarquable de l'application de la chaleur à la germination, dans la ferme expérimentale de Bavai (Nord), où nous faisons chaque année, avec le concours de son propriétaire, M. Derôme, une grande partie de notre expérimentation agricole; nous utilisons cette propriété, disons-nous, pour obtenir de nos betteraves une levée rapide et régulière, condition essentielle d'une bonne récolte.

Voici comment on opère : on remplit à moitié un tonneau à double fond avec la graine sèche; on achève de remplir avec de l'eau à 35° centigrades. On laisse la graine se mouiller, s'humecter complètement de cette eau tiède, et au bout de 24 heures on soutire l'excédent au moyen du double fond. Le bois étant peu conducteur et le tonneau bien fermé, la température se maintient assez élevée durant quelque temps. Cela suffit pour commencer le travail de la germination, pour ramollir considérablement l'enveloppe corticale de la graine qui est très dure et pour permettre à l'embryon de la percer plus facilement; aussi voit-on les germes pointer au bout de 48 heures.

Les betteraves semées dans ces conditions, avec la graine ainsi préparée, sont complètement sorties de terre en 5 ou 6 jours, tandis que les mêmes graines, semées sèches, ne lèvent qu'au bout de 15 à 20 jours, suivant l'état de la température. Nous avons retiré déjà de grands avantages de ce mode d'opérer que nous signalons aux intéressés. Le point sur lequel nous insistons aujourd'hui, c'est l'avancement énorme qu'on donne à la germination en élevant ainsi la température des graines humides, et la remarque que nous avons faite, que la germination simultanée d'une certaine quantité de graines, produit toujours un certain dégagement de chaleur très facile à reconnaître et à mesurer avec un thermomètre a maxima. Nous avons souvent observé une élévation de température de quelques degrés au moment où les germes commençaient à se montrer. Toute germination est donc accompagnée d'un dégagement de chaleur, d'une décomposition chimique et probablement de la production d'électricité qui résulte toujours de ce phénomène. Dans le règne animal également, chacun sait que la chaleur seule suffit pour communiquer la vie aux œufs qui renferment les matériaux du nouvel être. La connexité de ces faits et de ceux que nous avons étudiés plus haut dans l'échauffement des matières organiques grasses et humides, semble nous autoriser à penser que si la nature a déposé auprès de l'embryon de toutes les graines une certaine quantité de corps gras, c'est précisément pour que ces corps gras, en s'échauffant sous l'influence de l'humidité du sol, donnent au germe la chaleur et l'électricité nécessaires à

son développement, lui communiquent la vie en un mot, et que de plus, par leur transformation en glycérine et en acides gras, peut-être même en glucose, ils contribuent à l'alimentation de la jeune plante, à la formation de ses tissus.

Si cette hypothèse est conforme à la vérité, il doit exister au point de vue de la nature et de la composition chimique des huiles des diverses graines, de grandes différences, suivant que ces graines sont de production récente, c'est-à-dire aptes à la germination, ou qu'elles ont un certain nombre d'années d'existence et ont perdu au moins partiellement leur faculté germinative. C'est ce que nous allons étudier :

Rendons hommage d'abord à l'inépuisable obligeance de l'homme qui a facilité singulièrement pour nous ces recherches, en nous procurant un grand nombre d'échantillons de graines récentes et des mêmes graines ayant 10 à 12 ans d'âge, à M. H. Vilmorin, négociant en grains et graines et membre de plusieurs sociétés savantes à Paris. Il nous a prouvé en répondant à toutes nos demandes qu'on ne s'adresse jamais vainement à lui quand il s'agit d'étudier un point intéressant, de réaliser un progrès.

M. H. Vilmorin a donc mis à notre disposition les graines dont nous allons donner la liste, afin de nous permettre de vérifier l'exactitude de l'hypothèse que nous avons émise, en ce qui concerne le rôle des corps gras dans la germination des végétaux. Chacune de ces graines a été traitée par l'éther à chaud dans le but d'en extraire l'huile, tandis qu'une autre portion était mise à germer dans les meilleures conditions que nous pussions réaliser. Nous n'avons pas pris le sulfure de carbone pour ce traitement afin d'éviter toute cause d'erreur imputable aux réactifs employés, ce corps renfermant parfois des traces d'acides sulfureux et sulfhydrique, et pouvant donner lieu à la formation de ces acides durant son évaporation. Toutes les précautions ont été prises pour que les vapeurs acides du laboratoire ne pussent pas davantage influencer les résultats. Le degré de neutralité ou d'acidité des huiles extraites des graines fut apprécié au moyen d'un petit fragment de papier de tournesol sensible que l'on maintint plongé dans l'huile durant au moins 24 heures après l'évaporation de l'éther, opération que l'on conduisit rapidement.

Chaque espèce de graines fut laissée dans les appareils à germination jusqu'à ce que les graines fussent germées ou décomposées, afin d'être sûr que toutes aient eu le temps nécessaire à leur développement. Elles furent alors triées avec soin à la main et comptées, en mettant à part celles qui avaient germé et celles qui avaient résisté à la germination. Nous réunissons dans le tableau ci-après les résultats obtenus dans ces expériences ; nous ferons remarquer que les chiffres de la

troisième colonne indiquent la proportion 0/0 de grains ayant germé. Pour ne pas compliquer ce tableau nous n'avons pas cru devoir ajouter au nom de chaque espèce de graine sa dénomination scientifique.

GERMINATION DE VIEILLES GRAINES (10 à 12 ans).

NOM DES GRAINES EXPÉRIMENTÉES.	NATURE de leur huile	QUANTITÉ % ayant GERMÉ	NOM DES GRAINES EXPÉRIMENTÉES.	NATURE de leur huile	QUANTITÉ % ayant GERMÉ
Maïs caragua d'Amérique....	Acide.	4 0/0	Laitue grosse brune.....	Acide.	0 »
— — de France.....	—	12 »	— palatine.....	—	0 »
— quarantain.....	—	7 »	— romaine blonde.....	—	0 »
Haricot de Montreux.....	—	0 »	Aubergine violette ronde...	—	0 »
— noir de Belgique.....	—	0 »	— longue hâtive.....	—	0 »
Fève naine hâtive.....	—	25 »	— violette longue	—	0 »
— — rouge.....	—	10 »	Panais rond.....	—	0 »
Pois prince Albert	—	0 »	— long.....	—	0 »
— à fleur rouge	—	24 »	Oignon blanc	—	0 »
— ridés à rames.....	—	0 »	— rouge.....	—	0 »
Betterave disette blanche ...	—	19 »	— jaune des Vertus	—	0 »
— globe jaune.....	—	27 »	Tomate rouge hâtive.....	—	29 »
— Silésie rose.....	—	30 »	— grosse rouge	—	20 »
— disette d'Allemagne...	—	31 »	— à tige raide.....	—	22 »
— de Pologne collet rose.	—	14 »	Radis demi-long écarlate...	—	0 »
— Brabant collet vert ...	—	22 »	— — rose.....	—	0 »
Épinard de Flandre.....	—	0 »	— rond rose.....	—	0 »
— de Hollande	—	0 »	Poireau (gros) de Rouen...	—	0 »
Scorsonères blancs.....	—	0 »	— long.....	—	0 »
Carotte rouge longue	—	0 »	— gros court.....	—	0 »
— — demi-longue..	—	0 »	Piment de Cayenne.....	—	0 »
— blanche collet vert....	—	0 »	— rouge long.....	—	0 »
Cardon plein.....	—	9 »	— gros	—	0 »
— de Tours	—	6 »	Cerfeuil commun.....	—	0 »
— d'Espagne	—	13 »	— frisé.....	—	0 »
Persil frisé	—	0 »	Lentilles communes.....	—	7 »

On voit d'après le tableau qui précède que l'huile de toutes les graines anciennes dont la plupart ont entièrement perdu leur faculté germinative, est acide ; il est facile de reconnaître également que certaines espèces de graines conservent cette faculté plus longtemps que d'autres : peut-être cela est-il dû à l'épaisseur de leur enveloppe corticale, parfois extrêmement dure, comme c'est le cas pour la betterave et les cardons par exemple ; cette enveloppe épaisse et dure empêche l'air d'arriver jusqu'à la graine et retarde par suite l'oxydation, c'est-à-dire l'acidification de son huile ; en effet, dans un grand nombre de petites graines dont le testa est de faible épaisseur, nous reconnaissons la cessation complète du pouvoir germinatif en même temps que l'acidité des matières grasses.

Nous nous sommes livré aux mêmes recherches sur les mêmes graines

que celles que nous venons d'énumérer récoltées l'année dernière, ainsi que sur un grand nombre d'autres de production toute récente, et nous avons reconnu que toutes ces graines, à part quelques rares exceptions (1 aubergine, 1 oignon, 1 cardon, 1 pois et 1 maïs) renfermaient des huiles tout à fait *neutres* et que toutes ou presque toutes germaient. Dans les cinq exceptions que nous signalons l'huile avait une réaction très faiblement acide. La proportion de graines germées dans toutes ces nouvelles expériences a varié entre 84 et 137 0/0. Ce chiffre de 137 0/0, qui pourrait étonner au premier abord, s'applique à la betterave dont les fruits renferment, comme chacun le sait, 2, 3 ou 4 graines différentes.

Nous croyons pouvoir tirer de ces études cette conclusion que la cessation du pouvoir germinatif dans les graines ayant quelques années d'existence est dûe, en grande partie du moins, à l'acidification qu'ont subie leurs corps gras sous l'influence de l'oxygène de l'air ; cette conclusion confirme l'hypothèse que nous avons émise plus haut sur le rôle de ces huiles dans la germination : en effet, si les corps gras ont pour mission de développer le germe par la chaleur qu'ils produisent en se combinant avec l'oxygène dans le sein de la terre, pour se transformer en acides gras, ils ne peuvent plus remplir ce rôle, si cette transformation a déjà été opérée sous l'influence du temps.

Voulant reconnaître si cette action des corps gras était indispensable à la germination, nous avons pris un certain nombre de graines fraîches et les avons dépouillées, autant que possible, de leur huile par des traitements successifs au moyen de l'éther.

Nous avons séché les graines ainsi traitées avec de grandes précautions et à basse température et nous avons vu que la plus grande partie étaient devenues stériles. Ces essais ont été faits à froid sur les graines entières, et il nous paraît plus que probable que nous avons dû y laisser, en opérant ainsi, une portion notable d'huile ; mais il était impossible de les traiter autrement, avec de l'éther bouillant par exemple, ou avec du sulfure de carbone à chaud, car en ce cas nous aurions nous-même détruit dans la graine le pouvoir germinatif, la faculté d'éclosion.

Nous ne pouvons donc que signaler la perte complète de ce pouvoir pour un grand nombre des graines ainsi traitées.

Il résulte des faits que nous venons d'étudier une conséquence intéressante au point de vue de la pratique agricole : si les graines fraîches renferment une huile neutre et les graines anciennes une huile d'autant plus acide que leur âge est plus grand, comme cette acidité des corps gras coïncide avec une diminution considérable dans leur puissance germinative, chose que le cultivateur qui achète des graines en vue des semailles a intérêt à connaître avant tout, il lui sera facile

désormais de s'assurer immédiatement par une simple analyse chimique de l'âge approximatif des graines qu'on lui présente. Il ne courra plus ainsi le risque de voir ses récoltes compromises par l'emploi des graines surannées, incapables de germer que lui livrent parfois, en le tentant par l'appât du bon marché, des négociants peu scrupuleux sur les moyens de faire fortune.

Il ressort également de tout ce travail un enseignement d'une grande importance pour les producteurs de graines de semences : si les graines normales, c'est-à-dire bien mûres et sèches, ne renfermant par conséquent qu'une faible proportion d'humidité, sont susceptibles de se garder longtemps sans perdre complètement leur pouvoir germinatif, parce que l'oxydation de leurs corps gras et l'échauffement qui en résulte n'a lieu que très lentement dans ces conditions, il n'en est pas de même des graines récoltées trop tôt, avant leur complète maturité ou rentrées humides dans les magasins : ces graines renferment une quantité d'eau élevée; leur échauffement se fait par suite beaucoup plus vite et elles perdent rapidement leur faculté d'éclosion. Nous avons souvent observé ce fait et sommes heureux d'en pouvoir donner ici une explication qui paraît conforme à la vérité. Les producteurs de graines doivent donc tendre de tous leurs efforts à ne récolter leurs graines que lorsqu'elles sont parfaitement mûres, et ne les remiser qu'après les avoir fait sécher autant que possible. Ils éviteront ainsi des mécomptes dans la levée des graines exposées à séjourner deux ou trois ans dans leurs magasins avant d'être vendues et employées, outre le danger d'incendie dont nous avons parlé plus haut.

Nous arrêterons ici l'exposé des recherches que nous avons entreprises sur cette intéressante question et des considérations qui en résultent. Quelque imparfait et incomplet que soit ce travail, nous espérons néanmoins qu'il sera accueilli avec indulgence par tous les hommes qui s'occupent de physiologie, à titre de contribution à la solution du grand problème des causes et des origines de la vie dans les plantes.

M. le Dr TISON

Docteur ès-sciences naturelles, à Paris.

MÉCANISME DE LA DÉHISCENCE DES SILIQUES.

— Séance du 1er septembre 1879. —

La plupart des crucifères et quelques plantes voisines ont des fruits qui s'ouvrent par quatre fentes longitudinales et qui ont reçu le nom

de siliques et de silicules. La structure anatomique de leur péricarpe rend très bien compte du mécanisme de cette déhiscence. Sa paroi interne présente définitivement une ou plusieurs couches de cellules fibreuses, ponctuées, à parois très épaisses, réfractant fortement la lumière. Ces cellules contournent le placenta et viennent rejoindre l'épiderme extérieur qu'elles semblent continuer à l'intérieur où existe cependant une couche épidermique de nature particulièrement intéressante. Au niveau des lignes de déhiscence, c'est-à-dire là où les cellules fibreuses sont appliquées contre le placenta, celui-ci présente un parenchyme formé de petites cellules à parois minces qui ne peuvent résister et qui se déchirent quand, par la dessication, la valve de la silique est devenue rigide. On peut trouver une nouvelle confirmation de ce qui précède dans la structure du péricarpe des Crucifères à fruits lomentacés ou indéhiscents, tels que les *Raphanus*, *Crambe*, etc.

En effet, dans ces fruits, la surface interne du péricarpe ne présente pas une semblable couche de cellules fibreuses, ou, si elle existe, elle s'arrête au niveau des placentas sans se prolonger à travers l'épaisseur du péricarpe pour aller rejoindre l'épiderme extérieur.

M. G. DUTAILLY

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

RECHERCHES ANATOMIQUES ET ORGANOGÉNIQUES SUR LES CUCURBITACÉES ET LES PASSIFLORÉES.

— Séance du 1er septembre 1879. —

En 1877, je communiquai à l'Association française pour l'avancement des sciences un travail sur le développement des formations axillaires des Cucurbitacées. Contrairement à l'opinion de M. Warming, qui regarde la vrille comme un organe isolé, extra-axillaire, je concluais en disant que les formations axillaires ne sont pas des productions séparées, mais se relient les unes aux autres. J'émettais aussi l'avis que, dans les plantes en question, il n'existe en réalité, à l'aisselle de chaque feuille, qu'un bourgeon axillaire, toujours feuillé; que les deux entre-nœuds inférieurs de ce rameau sont extrêmement courts, et que les ramifications qui s'insèrent à ce niveau sont d'habitude des organes spéciaux. « Au nœud le plus inférieur, écrivais-je, c'est une vrille, sauf dans l'*Ecbalium*, où elle fait défaut ; au second nœud, c'est

une fleur ou une inflorescence, réduite à une fleur souvent (*Cucurbita*), mais parfois très complexe (*Cyclanthera*). Le troisième nœud du bourgeon axillaire est *toujours* normal, c'est-à-dire qu'il porte une feuille ordinaire à l'aisselle de laquelle commencent à apparaître les formations décrites plus haut, rameau feuillé, vrille, fleurs, etc. »

Lorsque j'exposai à la section de botanique du Congrès ces conclusions et les observations *purement* organogéniques sur lesquelles elles étaient basées, un assistant voulut bien me faire cette remarque que mes recherches lui paraissaient exactes, mais qu'elles contredisaient celles de M. Warming, le savant botaniste danois bien connu dont personne ne nie la haute valeur scientifique. Il ajoutait que, les observations organogéniques étant d'un contrôle difficile, il lui paraissait indispensable, pour trancher définitivement le différent, de reprendre la question par un autre côté, le côté anatomique par exemple.

Le présent travail répond à ce désir. J'y décris le mode de distribution des faisceaux caulinaires et foliaires dans la tige et les rameaux des Cucurbitacées, et j'arrive à des conclusions identiques avec celles de mon précédent mémoire. J'ai suivi aussi le développement des organes axillaires des Passiflorées, qui se rapprochent à tant d'égards des Cucurbitacées et j'ai montré que la vrille a, dans ces plantes, une origine semblable à celle qu'elle offre chez les Cucurbitacées. Enfin, j'ai tiré de l'observation de diverses anomalies d'autres arguments qui viennent encore corroborer les précédents et permettront, je l'espère, de considérer l'opinion que je soutiens ici comme seule recevable désormais.

Il y a quelques années à peine, on admettait encore que les faisceaux de la tige se terminent tous dans les feuilles, que l'axe n'existe point en tant qu'organe séparable de l'appendice et qu'il est par conséquent dépourvu de toute autonomie. Les travaux de M. Nägeli (1), de M. Sanio (2) et d'autres botanistes qui ont suivi sont venus modifier profondément cette manière de voir. Ils ont prouvé que, dans un certain nombre de familles et notamment dans les Cucurbitacées, il existe à la fois des faisceaux foliaires et des faisceaux caulinaires : les premiers, appareils mixtes, entrant dans la constitution de l'axe sur une certaine longueur, puis le quittant pour se déjeter dans l'appendice ; les seconds, propres à la tige, se continuant sur toute sa longueur sans pénétrer dans les feuilles et donnant aux axes ce caractère d'autonomie qui leur avait été si longtemps refusé. Que deviennent ces derniers quand l'axe se modifie ; comment se conduisent-ils dans les fleurs, par exemple ;

(1) *Beiträge zur wiss. Botanik.* I, 1858 et IV, 1864.
(2) *Botanische Zeitung.* 1864 et 1865.

quels rapports peuvent-ils contracter avec les placentas et les ovules ? Ce sont là des questions dont la solution mériterait des recherches spéciales et qui n'ont pas encore été abordées jusqu'ici. Aujourd'hui, nous nous en tiendrons aux relations qui existent entre les faisceaux foliaires et caulinaires des Cucurbitacées et aux déductions que l'on peut tirer de cette étude.

Le travail d'ensemble auquel s'est livré M. Sanio sur les faisceaux foliaires et caulinaires proprement dits, qu'il nomme *surnuméraires*, ne renferme que peu de renseignements touchant les Cucurbitacées. On y apprend seulement que les faisceaux caulinaires naissent en dedans des faisceaux foliaires et postérieurement à eux ; qu'ils sont, en d'autres termes, endogènes et secondaires. Il faut à ces données, insuffisantes au point de vue spécial auquel nous nous plaçons, en ajouter de nouvelles. Par la macération et la dissection, on obtient de très beaux squelettes fibro-vasculaires de la tige et du pétiole de la feuille des Cucurbitacées. Nous nous sommes plus spécialement adressé au *Cucurbita maxima* qui, par ses dimensions considérables, montre les faits avec plus de netteté et donne plus de commodité pour les recherches. Nous nous plaisons à reconnaître que nous ne sommes point le premier à aborder ce genre de travail et que M. Lestiboudois nous a frayé le chemin. Mais, dans ses divers mémoires, à côté de faits bien observés, viennent prendre place de trop fréquentes erreurs, et d'ailleurs les lacunes que l'on peut y observer sont si nombreuses que nous n'avons pas hésité à reprendre à nouveau ses descriptions, en nous réservant, bien entendu, de signaler, à mesure qu'ils se présenteront, les points où nos observations se trouveront d'accord avec les siennes.

Que le lecteur veuille bien se reporter à nos planches VII et VIII, qui représentent des squelettes fibro-vasculaires de la tige et des feuilles du *Cucurbita maxima*. Dans toutes les figures où il existait, côte à côte, des faisceaux foliaires et des faisceaux caulinaires, les faisceaux foliaires ont été colorés en vert. Leur distribution et leurs rapports sont, par conséquent, faciles à saisir au premier coup d'œil. La figure I de la planche VII représente le squelette de deux entre-nœuds complets. Ces deux entre-nœuds sont limités, naturellement, par trois nœuds que l'on voit sur la figure : l'un, vers son milieu, les deux autres aux extrémités. Le premier fait qui frappe, à l'inspection du dessin, c'est que les faisceaux foliaires se rattachent, au niveau de chaque nœud, d'une manière toute spéciale (et qui paraît invariable) aux faisceaux caulinaires proprement dits. Examinons, par exemple, le nœud *a*. Deux faisceaux caulinaires *c* et *d*, venus de plus bas, se réunissent à son niveau pour constituer une sorte d'arcade de laquelle se détachent cinq faisceaux ; l'un, médian, issu du sommet de l'arcade ; les quatre au-

tres, latéraux, deux à droite et deux à gauche du faisceau médian. Or, de ces quatre faisceaux, ceux qui sont immédiatement adjacents au faisceau médian sont des faisceaux foliaires. L'un, en effet, *h*, situé à droite, monte le long de la tige, se prolonge au delà du nœud immédiatement supérieur à celui que nous venons de considérer et, au nœud *a*, penètre dans la feuille qui se détache à ce niveau : il représente le faisceau médian de cette feuille. Le faisceau inséré à la gauche du faisceau médian, *h'*, monte pareillement le long de l'axe, arrive au nœud *a*, envoie une branche à la feuille que l'on rencontre à ce niveau et continue sa course ascendante. Pareils faits se voient au nœud *a* et sont également manifestes dans les figures 5, 6 et 7 de la même planche. Des trois faisceaux qui aboutissent à chaque feuille, deux peuvent donc être considérés comme s'individualisant deux nœuds plus bas que la feuille dans la constitution de laquelle ils entrent. Mais le troisième faisceau originaire de la feuille, d'où vient-il à son tour? D'où, pour préciser davantage, le faisceau foliaire *h''* (Pl. VII, fig. 1) tire-t-il son origine? Il s'est détaché des faisceaux caulinaires *trois* nœuds plus bas que le nœud *a*, c'est-à-dire au nœud immédiatement inférieur au nœud *b*. Le fait n'est pas visible sur la figure 1 de la planche VII; mais reportons-nous au dessin schématiqne que nous donnons du trajet des faisceaux foliaires le long de quatre entre-nœuds, abstraction faite des faisceaux caulinaires qui sont supposés enlevés (Pl. VII, fig. 2). En *a*, aboutissent trois faisceaux foliaires identiques avec les faisceaux qui, dans la figure 1, se rendent à la feuille située au nœud *a*, *h*, de la figure 2, correspond au faisceau foliaire médian *h*, de la figure 1. De même *h''*, de la figure 2, correspond à *h''* de la figure 1 et *h'* à *h'*. Les deux faisceaux *h* et *h'* naissent au nœud *c*, dans la figure 2, de même que, dans la figure 1, les deux mêmes faisceaux se détachent, au niveau du nœud *b*, des faisceaux purement caulinaires. Quant au faisceau *h''* que, dans la figure 1, nous voyons disparaître derrière la tige au niveau du nœud *b*, sans pouvoir le suivre plus bas, nous nous rendons bien compte, par l'inspection de la figure 2, de son trajet inférieur. Sur cette figure, nous le voyons descendre jusqu'au niveau du nœud *d*, où il se termine. Et comment se termine-t-il en ce point? Précisément à la manière des deux autres faisceaux *h* et *h'*, c'est-à-dire qu'il vient se placer sur le côté du faisceau caulinaire que nous avons décrit (fig. 1) comme surmontant l'arcade située à chaque nœud. On peut donc dire que tous les faisceaux foliaires ont ici la même origine; que tous se détachent, soit à droite, soit à gauche du faisceau caulinaire surmontant l'arcade que l'on rencontre immanquablement à chaque nœud. Voilà un premier point acquis.

Reportons-nous de rechef à la figure 2 (Pl. VII). Nous y verrons que

le faisceau médian de chaque feuille sort toujours des faisceaux caulinaires *deux* nœuds plus bas que la feuille à laquelle il appartient. C'est ainsi que le faisceau foliaire *s* est né en *e* et que le faisceau *r* tire son origine du nœud *d*. Voilà un second fait constant.

Il en est un troisième que l'on constate pareillement sur le *Cucurbita maxima*. Les deux faisceaux latéraux de chaque feuille parcourent toujours trois entre-nœuds avant leur terminaison réelle. Considérons par exemple, le faisceau *r'* (fig. 2). Il se termine dans la feuille située au nœud *b*. Au nœud *c*, immédiatement inférieur, nous le voyons fournir le faisceau de gauche de la feuille insérée à ce niveau, puis descendre jusqu'au nœud *e* où il prend fin. Suivons maintenant le trajet du faisceau *h''* (même figure). Né au niveau du nœud *d*, il monte d'abord jusqu'au nœud *b* et là il envoie une branche à la feuille qui s'y insère, puis se continue jusqu'au nœud suivant *a* où il se termine dans la feuille qui émerge en ce point. Par conséquent, le faisceau *h''*, aussi bien que le faisceau *r'*, a parcouru trois entre-nœuds avant de se terminer, et, chemin faisant, ces deux faisceaux foliaires ont fourni chacun deux branches à deux feuilles superposées. Voilà encore d'autres faits dont bientôt nous tirerons parti, comme on le verra. M. Lestiboudois nous dit que « chaque faisceau foliaire devient à son tour faisceau médian après avoir été faisceau latéral » (1). On voit qu'il n'en est rien et que le faisceau médian reste toujours médian, tandis que les faisceaux foliaires latéraux demeurent également latéraux. Au total, dans la plante qui nous occupe, les faisceaux foliaires ont un mode de distribution et des insertions constantes que le lecteur connaît maintenant et sur lesquelles il est inutile d'insister davantage. Disons seulement que la figure 6 (Pl. VIII) nous montre l'arrangement relatif de deux faisceaux foliaires à un nœud où ils ne s'arrêtent pas. La feuille, située au niveau de ce nœud, est de l'autre côté de la tige et ne saurait par suite être aperçue. On voit que les faisceaux foliaires *x* et *y* se rattachent aux faisceaux caulinaires proprement dits par de très courtes anastomoses latérales, disposition que nous avons toujours rencontrée dans les ramifications robustes.

Allons plus loin. Cette régularité, que nous venons de constater dans la disposition des faisceaux foliaires, nous la retrouvons dans les faisceaux caulinaires. Nous avons déjà parlé des arcades formées par ces derniers à chaque nœud et du gros faisceau caulinaire médian qui se détache du sommet de chaque arcade. Il existe entre les faisceaux caulinaires qui entrent dans la constitution des arcades en question des relations fixes qu'il nous faut brièvement mettre en lumière. Consultons,

(1) Th. Lestiboudois. *Études sur l'Anatomie et la Physiologie des tiges*, 1840, p. 90.

pour nous en rendre compte, la figure 7 (Pl. VIII). En *c* il existe une arcade constituée par les faisceaux ascendants *i* et *h*. Cette arcade est surmontée par le faisceau *p*. Or, il se trouve que ce dernier est précisément le faisceau qui, plus haut, deviendra le faisceau gauche de l'arcade *e*, laquelle se termine par le faisceau *x*. Mais, ces deux arcades *c* et *e*, en quelles relations sont-elles d'ailleurs l'une avec l'autre? Pour établir ces relations, considérons la figure 1 de la planche VII. Dans cette figure, l'arcade *b* correspond à l'arcade *c* de la figure 7 de la planche VIII. Le faisceau *e* de la figure 1 (Pl. VII) correspond au faisceau *p* de la figure 7 (Pl. VIII). Suivons, de bas en haut, le faisceau *e* (Pl. VII, fig. 1). Nous le verrons aboutir à l'arcade *a*. Mais cette arcade est précisément située deux entre-nœuds au-dessus de l'arcade *b*. Donc en nous reportant au schéma de la figure 7 (Pl. VIII) nous pouvons dire de même que l'arcade *e* est placée deux nœuds plus haut que l'arcade *c* et conclure que tout faisceau caulinaire inséré immédiatement au sommet d'une arcade devient le faisceau latéral gauche de l'arcade que l'on rencontre deux entre-nœuds plus haut. Quant au faisceau de droite de cette dernière arcade, on voit, sur la figure 7 (Pl. VIII), qu'il s'insère inférieurement sur le côté de l'arcade qui existe deux nœuds plus bas, immédiatement en dehors du point d'origine de l'un des deux faisceaux foliaires dont les amorces sont seules indiquées sur la figure. Concluons que s'il existe des relations précises entre les divers faisceaux foliaires, il s'en montre de pareillement constantes entre les faisceaux caulinaires.

Passons à une autre face de notre sujet. Nous nous en sommes tenu jusqu'ici à l'arrangement réciproque des faisceaux caulinaires et foliaires d'un axe supposé simple de *Cucurbita maxima*. Mais cet axe peut porter des ramifications. Comment ces ramifications se relient-elles avec l'axe principal ? Quels sont les rapports de leurs divers faisceaux avec les siens ? Autre question dont la solution, comme on le verra, importe grandement dans le cas actuel.

En premier lieu, où s'insèrent les faisceaux originaires des ramifications axillaires? Nous avons longuement parlé jusqu'ici des arcades que formaient à chaque nœud les faisceaux caulinaires. Or, c'est précisément sur ces arcades, comme l'avait bien vu M. Lestiboudois, que s'attachent les faisceaux des organes axillaires. On sait que, dans le *Cucurbita maxima*, ces organes paraissent être au nombre de trois : Un rameau feuillé médian, une fleur d'un côté, et une vrille de l'autre. Ces diverses formations se rattachent dans leur ensemble aux faisceaux de l'arcade par deux faisceaux. C'est ce que montrent très manifestement les figures 5, 6, 7, 8, de la planche VII et les figures 3 et 5 de la planche VIII. Dans toutes ces figures, les faisceaux *m* et *n* sont les faisceaux d'origine des formations axillaires et l'on voit nettement qu'ils prennent

attache sur les deux faisceaux de l'arcade. Il est bon de faire remarquer que, lorsqu'on fait macérer des tiges encore jeunes et relativement peu consistantes de *Cucurbita*, les faisceaux sont facilement détruits par cette espèce de rouissage et que les parties suffisamment lignifiées peuvent seules persister. La figure 5 (Pl. VII) représente le squelette obtenu par la macération d'une jeune tige et l'on voit que, des faisceaux du rameau axillaire, il ne reste que deux minces amorces *n* et *m*, déchiquetées à leur extrémité. La tige dont le squelette est représenté par la figure 6 (même planche) était plus âgée et les faisceaux ont mieux résisté. Ils sont subdivisés en un assez grand nombre de brins qui, d'ordinaire, restent accolés, mais qui se sont séparés parce que les éléments interposés ont été détruits par la macération. On voit, par les figures 1, 2, 4, 5, que ces éléments interposés persistent quand la tige macérée est plus âgée et qu'ils maintiennent intimement reliées les unes aux autres les files de vaisseaux qui entrent dans la constitution des deux faisceaux originaires.

Il faut dire ici que ces deux derniers faisceaux ne se conduisent point exactement l'un comme l'autre. La figure 7 (Pl. VII) ne diffère de la figure 6 de la même planche que parce que les deux faisceaux en question ont été coupés presque au ras de l'arcade qui les porte, de manière à rendre manifeste leur mode d'insertion sur cette arcade. Or, il est visible que cette insertion n'est pas la même pour le faisceau *m* que pour le faisceau *n*. Ce dernier, placé à droite, s'insère sur le côté et un peu sur la partie supérieure de l'arcade, tandis que le faisceau *m* s'attache à gauche et en bas. Comme on le voit par la figure 8 (Pl. VII), ce sont ces deux faisceaux *m* et *n* qui constituent par leurs anastomoses le squelette du rameau axillaire tout entier. Sur la préparation représentée par la figure 8, la base de ce rameau a été détachée de l'arcade *t*, sur laquelle elle est normalement implantée. La figure 5 (Pl. VIII) représente un rameau axillaire complètement séparé de l'axe principal qui le supportait et auquel il se rattachait par les deux faisceaux *m* et *n*. Ces deux mêmes faisceaux d'origine *m* et *n* se voient également bien sur la figure 3 (Pl. VIII).

Cela posé, examinons quelle est l'insertion réelle, anatomique, de chacun des trois organes que l'on rencontre à l'aisselle des feuilles : la vrille, le rameau feuillé, la fleur.

Il suffit de jeter un simple coup d'œil sur la figure 8 de la planche VII et sur esfigures 1, 2, 3, 4, 5 (Pl. VIII) pour se convaincre que c'est le rameau axillaire feuillé qui s'insère directement sur l'axe principal, et non point la vrille et la fleur. On y voit aussi que ces deux derniers organes, vrille et fleur, s'insèrent sur le rameau axillaire feuillé, et M. Lestiboudois, avait déjà reconnu l'origine commune de ces diverses

parties. Où se trouve, par exemple, le point d'implantation de la vrille sur les rameaux axillaires représentés par les figures 1, 2, 3 de la planche VIII ? En *a*, c'est-à-dire sur les faisceaux originaires des rameaux axillaires et, pour préciser davantage, sur un seul de ces faisceaux originaires, comme on le voit bien sur la figure 3 (Pl. VIII, *a*). Quant au point d'attache de la fleur, il se trouve presque à l'opposé de celui de la vrille, également vers la base du rameau axillaire, mais un peu plus haut que la vrille. On voit en *b*, sur la figure 8 de la planche VII et sur les figures 1, 3 et 4 (Pl. VIII) le point d'origine de la fleur, et la figure 1 de la même planche le montre de profil en *o*. La figure 3 (Pl. VIII) suffit pour convaincre que la fleur s'implante sur le deuxième faisceau originaire du bourgeon axillaire, tout comme la vrille se rattachait au premier. Ces divers faits, comme ceux dont l'exposé va suivre, n'ont été ni aperçus, ni même soupçonnés par M. Lestiboudois.

Nous venons de parler de la base d'implantation de la vrille et de la fleur. Les faisceaux de ces deux organes se rattachent à ceux du rameau axillaire. Mais comment s'opère ce raccord ? Voyons ce qui se passe du côté du rameau axillaire et aussi du côté de la vrille et de la fleur.

La simple inspection des figures 1, 2, 3, 4, 5 (Pl. VIII) démontre que, au niveau où s'insèrent la vrille et la fleur sur le rameau axillaire, les faisceaux de ce dernier sont disposés en une arcade identique avec celle sur laquelle s'implante tout rameau axillaire. On se rappelle les relations que nous avons signalées comme existant entre les deux faisceaux caulinaires d'une arcade et l'arcade qui se trouve deux entre-nœuds plus bas. Ces relations se retrouvent ici. Prenons, par exemple, la figure 2 (Pl. VIII). En *a*, nous avons l'arcade d'implantation de la vrille. Or, du sommet de cette arcade se détache le faisceau *i* qui devient précisément le faisceau droit de l'arcade *c*. Passons à l'examen de la figure 1 (Pl. VIII) ; nous y trouverons les mêmes faits, puisque le faisceau *h*, qui part du sommet de l'arcade *a*, devient l'un des deux faisceaux de l'arcade *c*. La figure 4 (Pl. VIII) qui montre en *b* le point d'implantation de la fleur, traduit les mêmes relations puisque l'arcade *b* est surmontée par le faisceau *i* qui devient plus haut le faisceau droit de l'arcade *d*. Dans la figure 3 de la même planche qui montre à la fois, en *a* et en *b*, le point d'origine de la vrille et celui de la fleur, on voit que les faisceaux *h* et *i*, médians par rapport aux arcades *a* et *b*, deviennent latéraux relativement aux arcades *c* et *d*. Il y a plus : le faisceau *k*, né sur les parties latérales de l'arcade *b*, constitue le faisceau gauche de l'arcade *d*, de même que, sur la figure 7 (Pl. VIII), le faisceau *l*, issu des parties latérales de l'arcade *c*, allait former plus haut le faisceau droit de l'arcade *e*. On peut donc, tout d'abord, conclure de la disposition des faisceaux caulinaires par rapport aux arcades d'implantation de la vrille et de la fleur,

que ces arcades sont identiques avec celles de l'axe principal sur lesquelles s'insèrent les rameaux axillaires. Voilà donc encore un fait acquis : la vrille et la fleur se rattachent au rameau axillaire comme le bourgeon s'attache à l'axe principal.

Cette conclusion est en si parfaite harmonie avec les faits que, dans certains cas, lorsqu'on a affaire à des tiges munies de vrilles et de fleurs très robustes, on s'aperçoit que la macération laisse sur les arcades d'implantation de ces deux organes les amorces de deux faisceaux tout à fait comparables aux faisceaux d'origine des rameaux axillaires. Voyez la figure 5 (Pl. VIII). En *b*, se trouve l'arcade d'implantation de la vrille qui était extrêmement grosse et vigoureuse. La macération des tissus de cette vrille a laissé deux petits faisceaux *o* et *o'* tout à fait analogues aux faisceaux *m* et *n* des figures 5 et 6 (Pl. VII).

De là nous pouvons conclure que la fleur et la vrille se rattachent au rameau comme le ferait une ramification quelconque et que, par suite, la vrille est un rameau modifié, aussi bien que la fleur.

Que l'arcade d'insertion de la vrille et celle de la fleur soient fermées en bas ; qu'elles prennent la forme d'un anneau au lieu de rester ouvertes en bas comme les arcades d'implantation des rameaux axillaires feuillés, peu importe. Elles ne peuvent point rester ouvertes, puisqu'elles se trouvent précisément situées à l'origine du rameau axillaire feuillé lui-même.

Ainsi donc, en résumé, la vrille et la fleur nous apparaissent jusqu'ici comme de simples ramifications du rameau axillaire feuillé. Mais à quel genre de ramification avons-nous ici affaire ? Faut-il, avec M. Guillard, considérer la vrille, le rameau axillaire et la fleur comme constituant une cyme quelconque, ou bien la fleur et la vrille ne sont-elles que les ramifications les plus inférieures du rameau axillaire, ramifications *normalement* insérées sur le rameau, c'est-à-dire suivant l'ordre spiral dans lequel se trouvent disposées les feuilles sur la tige du *Curcubita maxima ?*

Disons immédiatement, pour fixer les idées, que la vrille et la fleur s'insèrent précisément en des points où devraient se rencontrer des ramifications normales alternes si la vrille et la fleur n'existaient pas. Il ne saurait donc être ici question d'une cyme, de quelque manière qu'on l'envisage. Comme nous le prouvions dans notre étude organogénique, la vrille représente la ramification la plus inférieure issue du rameau axillaire ; la fleur représente la deuxième ramification. Quant à la troisième, elle est normale, c'est-à-dire qu'elle naît au niveau d'une feuille et qu'elle est constituée par un bourgeon feuillé.

Comment démontrer par l'étude du squelette des Cucurbitacées que la vrille est la première ramification du rameau axillaire, tandis que la

fleur n'est que la seconde? Considérons la figure 3 de la planche VIII. Il s'agit de prouver que l'arcade *a* (point d'insertion de la vrille) est à un entre-nœud de l'arcade *b* (point d'insertion de la fleur) et que celle-ci est à un entre-nœud de l'arcade *c* et à deux entre-nœuds de l'arcade *d*. Rappelons-nous les relations que nous avons constatées plus haut entre les faisceaux foliaires et les faisceaux caulinaires. Des trois faisceaux foliaires entrant dans la constitution de chaque feuille, deux s'inséraient sur l'arcade située deux entre-nœuds plus bas, de chaque côté du faisceau caulinaire médian. Si donc l'arcade *a* de la figure 3 (Pl. VIII) est bien réellement à la distance de deux entre-nœuds de l'arcade *c*, nous devrons constater, entre les faisceaux de la feuille émergeant en *c* et l'arcade *a*, les relations dont nous venons de parler. Eh bien! ces relations existent et la figure 3 permet de les constater aisément. Les deux faisceaux *f* et *f'*, qui aboutissent à la feuille du nœud *c*, tirent précisément leur origine des parties latérales de l'arcade *a*. Donc l'arcade *c* est bien réellement située deux entre-nœuds au-dessus de la vrille.

Pareillement, l'arcade *d* est placée deux nœuds plus haut que l'anneau *b* sur lequel s'implante la fleur. En effet, le faisceau foliaire médian *g*, appartenant à la feuille qui se trouve au niveau du nœud *d*, descend sur le côté de l'anneau *b*. Si nous nous rappelons que le faisceau foliaire médian de toute feuille vient s'insérer sur l'arcade située deux nœuds plus bas, nous aurons une première preuve de ce fait que le nœud *d* est bien réellement à deux entre-nœuds au dessus de l'insertion *b* de la fleur. Il en est une autre preuve. Nous nous rappelons que tout faisceau foliaire latéral parcourt trois entre-nœuds avant de se terminer définitivement. Or, où commence le faisceau foliaire latéral *f'*? Au niveau de l'arcade *a*. De *a* en *b*, il parcourt un entre-nœud extrêmement raccourci, celui qui sépare l'insertion de la vrille de l'insertion de la fleur. De cette dernière au point *c*, second entre-nœud. Au niveau de *c*, le faisceau *f'* envoie une branche à la feuille qui émerge en ce point. Puis, poursuivant sa marche, il vient se terminer un entre-nœud plus haut dans la feuille qui sort au point *d*. Ce faisceau *f* s'est donc conduit comme tout faisceau foliaire latéral. Il a cheminé durant trois entre-nœuds et a fourni deux branches à deux feuilles consécutives, nouvelle preuve que les anneaux d'insertion *a* et *b* ont bien réellement entre eux et avec les arcades *c* et *d* les relations que nous leur assignons. Nous pourrions montrer que, dans les figures 1, 2, 4 (Pl. VIII), les faits sont les mêmes, et l'espace restreint dont nous disposons ici nous empêche seul d'insister davantage sur ce sujet. En examinant la figure 1 (Pl. VIII), on verra que la distribution des faisceaux foliaires peut être légèrement anormale. C'est ainsi que le faisceau *m* qui devrait envoyer une branche à la feuille située au niveau du nœud *c*, s'est dédoublé dès son point d'origine infé-

rieure en deux faisceaux *m* et *f'*. Le faisceau *t'* est également inséré d'une manière irrégulière, et nous pourrions faire une observation analogue à propos du faisceau *g*, de la figure 4, qui ne parcourt que deux entre-nœuds au lieu de trois. Mais ces anomalies que nous avons tenu à signaler sont extrêmement rares et d'ordinaire la disposition des faisceaux foliaires qui s'insèrent au niveau de la vrille ou de la fleur est parfaitement normale, comme on le voit encore par la figure 2 (Pl. VIII, *f'*, *f*).

Concluons, de tout ce qui précède : 1° qu'il n'y a bien réellement à l'aisselle de chaque feuille qu'un rameau axillaire ; 2° que ce rameau porte au niveau de son insertion une vrille et une fleur disposées, la vrille au nœud le plus inférieur du rameau axillaire, la fleur au second nœud de ce même rameau. Le troisième nœud est occupé par une feuille et les formations axillaires normales. Ces conclusions, identiques avec celles que nous avions tirées de l'étude organogénique seule, ne sont nullement en désaccord avec les faits anormaux que représentent les figures 2, 3, 6, 7, de la planche IX, relatives à l'*Echinocystis fabacea*. Régulièrement, à l'aisselle de chacune des feuilles de cette plante, il existe un rameau feuillé ayant, d'un côté, une vrille, et de l'autre une fleur femelle et une inflorescence mâle. C'est ce que représente la figure 1 (Pl. IX). Dans ce cas, les faisceaux foliaires, qui sont dessinés à nu, sont au nombre de trois, *a*, *b*, *c*, et ont les mêmes connexions que les faisceaux similaires du *Cucurbita maxima*. L'un de ces faisceaux foliaires *c*, après avoir donné une branche à la feuille *m*, poursuit sa route vers la feuille immédiatement supérieure où il se termine. Dans certains cas (Pl. IX, fig. 2), il y a à l'aisselle de la feuille une vrille supplémentaire, la vrille placée à gauche. Dans ce cas, les trois faisceaux foliaires sont, comme on le voit (*a*, *b*, *c*,) distribués comme dans la figure 1, et l'on reconnait par là que Payer exprimait une opinion inexacte lorsqu'il disait que « quand il y a deux vrilles près d'une feuille, un seul faisceau va à la feuille, et les deux latéraux chacun à une vrille (1). » Il est évident que la vrille surajoutée représente un bourgeon modifié, né au nœud le plus inférieur du rameau axillaire, tandis que la vrille normale (insérée à droite) est implantée au second nœud, et l'inflorescence mâle avec la fleur femelle (qui représente la fleur la plus inférieure de l'inflorescence) au troisième nœud.

La figure 3 (Pl. IX) représente une monstruosité plus étonnante que la précédente. Un entre-nœud est devenu extrêmement court, celui qui sépare les deux feuilles *n* et *m*. Chaque feuille a ses trois faisceaux foliaires, le faisceau *d* étant commun aux deux feuilles, tandis que les fais-

(1) PAYER, *Bull. de la Soc. Bot. de France*, t. IV, 1857, p. 145.

ceaux *e* et *f* appartiennent à la feuille *n* et les faisceaux *a* et *b* à la feuille *m*. Outre les organes axillaires normaux, chaque feuille a une vrille supplémentaire, et il se trouve, par suite du raccourcissement de l'entre-nœud, que deux vrilles *t*, appartenant l'une à l'aisselle de la feuille *n*, l'autre à l'aisselle de la feuille *m*, sont réunies l'une avec l'autre, connées, comme l'on dit. Nous n'insisterons pas sur l'explication de cette anomalie dont le lecteur se rend parfaitement compte. De tels raccourcissements d'entre-nœuds, modifiant les rapports apparents des organes, sont d'ailleurs très fréquents dans les Cucurbitacées. La figure 4 (Pl. IX) représente une inflorescence femelle normale de *Bryonia dioïca*. Il semblerait que la fleur *r* soit issue de l'aisselle du pédoncule de la fleur *p*, c'est-à-dire que l'on ait un axe naissant à l'aisselle d'un autre axe. Or, l'organogénie prouve qu'en réalité l'axe *r* est né sur l'axe *p*, mais très près de son point d'insertion sur le rachis de l'inflorescence. On voit un fait analogue se produire dans l'inflorescence mâle du *Bryonia dioïca* (Pl. IX, fig. 5) où les trois pédoncules floraux inférieurs, par suite du raccourcissement des entre-nœuds, semblent verticillés en *u*, tandis qu'en réalité ils naissent alternes. Je ferai remarquer aussi que certains pédoncules floraux *x*, *v*, ont une feuille à leur base, tandis que d'autres en sont dépourvus, ce qui explique que la vrille et la fleur n'aient pas de feuille axillante.

L'anomalie représentée par la figure 6 (Pl. IX), et que nous avons rencontrée sur un pied de *Bryonia dioïca*, est fort explicable. La vrille *n* et l'inflorescence *o*, avec ses deux pédoncules floraux inférieurs *u*, sont normales. Mais le rameau feuillé axillaire s'est ici transformé, par avortement, en une vrille *m*, ce qui ne saurait nous étonner puisque nous savons que la vrille du *Bryonia* est un rameau par sa partie inférieure. La figure 7 (Pl. IX) reproduit une anomalie assez fréquente au sommet des tiges d'*Echinocystis fabacea*. Au nœud supérieur, on aperçoit deux vrilles et un bourgeon médian, *b*. Au nœud inférieur, il y a bien encore deux vrilles ; mais le bourgeon a complètement avorté, ou plutôt il a avorté après avoir donné naissance aux deux vrilles. L'une de ces deux vrilles représente naturellement l'inflorescence transformée en vrille par un autre phénomène d'avortement. Dans le *Thladiantha dubia*, ce n'est plus une inflorescence, mais une fleur unique qui se transforme en vrille. C'est ce que montre la figure 4 (Pl. X). A l'aisselle de la feuille inférieure, il existe un bourgeon axillaire *a* et une fleur *b* insérée sur le nœud le plus inférieur du bourgeon. A l'aisselle de la feuille suivante, il y a bien encore un bourgeon axillaire *c*, mais la fleur est remplacée par une vrille *d*, vrai rameau par sa base et feuille par sa partie supérieure. Ceci ne saurait plus être considéré comme une anomalie, car les axes du *Thladiantha*, après avoir porté des fleurs, se chargent toujours

finalement de vrilles qui, dans ce cas, ne sont que des fleurs avortées.

M. Naudin a décrit, dans le *Patisson*, la métamorphose des vrilles en rameaux feuillés. Dans ce cas, la vrille fait en quelque sorte retour à l'état normal; mais ce retour n'est jamais complet. Bien que la vrille feuillée et florifère du Patisson ait déjà été figurée, nous avons cru devoir la représenter de nouveau pour bien fixer les idées du lecteur sur le valeur de la régression qu'elle subit. Cette régression ne va point jusqu'à rendre à la vrille raméale l'aspect des ramifications normales. On voit, par notre dessin (Pl. X, fig. 3), que, à l'aisselle d'une feuille *m* qui a gardé les allures d'une vrille et qui dérive de la transformation de l'un des bras d'une vrille ramifiée, on voit, dis-je, qu'à l'aisselle de cette feuille *m* il s'est produit une fleur. Mais cette fleur est isolée et il n'y a à côté d'elle, ni bourgeon feuillé, ni vrille. Viennent ensuite deux feuilles très réduites *n* et *o*, et un bourgeon terminal qui en reste là de son évolution. On voit que la culture, tout en modifiant la vrille, n'a point pu lui enlever son principal caractère qui est d'être un organe avorté.

Quel que soit son degré d'avortement, la vrille n'en conserve pas moins, surtout quand elle a plusieurs bras, des caractères suffisants pour faire reconnaître qu'elle est sans nul doute un rameau avorté. Ces caractères cependant ont été longtemps méconnus, et nous voyons M. Lestiboudois, décrivant une vrille quinquéfide de *Cucurbita pepo*, dire que « la branche médiane, la première qui devienne volubile, est plus forte ; que les autres vont en diminuant de volume, les deux premières étant latérales; et que, l'une des deux suivantes devenant tout à fait supérieure, l'autre est centrale et entourée des précédentes. » Cette description peut être exacte, mais elle prouve que l'auteur n'a pas saisi un fait pourtant très clair, c'est que les bras d'une vrille composée sont disposés dans l'ordre spiral autour du sommet de l'axe principal de la vrille. Il suffit pour s'en convaincre de regarder nos figures 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10 de la planche X. La figure 1 représente à l'état adulte une vrille de *C. maxima*. Les bras *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *g*, *h*, se sont successivement développés. La figure 2 représente le diagramme de cette même vrille. Au centre est en *s* son axe principal ; au pourtour on voit les ramifications (feuilles avortées) *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *g*, *h*. Les figures 5, 6, 7, 8, 9, 10, reproduisent les diverses phases du développement d'une vrille de la même plante, et l'on peut constater que les bras *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, apparaissent dans un ordre un peu différent de celui dans lequel se présentent les bras de la vrille de la figure 1. Quoi qu'il en soit, l'ordre spiral demeure évident, et cela suffit pour que les bras d'une vrille ramifiée ne puissent être considérés comme les nervures d'une feuille unique dont l'axe général

de la vrille serait le pétiole. Nous avons rencontré dans un pied très vigoureux de *C. maxima* une anomalie fort curieuse. A l'aisselle des deux ou trois premiers bras de chaque vrille, on apercevait une autre petite vrille longue de un demi-centimètre à peine. Ces petites vrilles secondaires représentaient évidemment, à un état extrêmement dégradé, les bourgeons axillaires des bras de la vrille, c'est-à-dire des feuilles transformées insérées sur l'axe de la vrille.

Nous avons tenu à étudier, en regard des Cucurbitacées, les Passiflorées qui en sont voisines et portent très fréquemment des vrilles. Ici, les doutes qui pouvaient encore exister sur la nature réelle de ce dernier organe étaient plus faciles à dissiper. On avait déjà émis l'opinion que la vrille des Passiflorées n'est qu'un pédoncule floral stérile et l'on avait remarqué que, lorsque les fleurs sont groupées en grand nombre à l'aisselle d'une feuille, il peut exister jusqu'à deux pédicelles floraux « transformés en vrille » disaient les auteurs. Nos figures 15, 16, 17, 18, (Pl. X) prouvent bien que la vrille est de nature axile et non point appendiculaire. Dans ces quatre figures, *a* est l'axe de la vrille, et l'on aperçoit, en *c* (fig. 15), son sommet végétatif. Un peu au dessous de ce sommet, il s'est produit une feuille *b*, puis une seconde *d* (fig. 16, 17, 18) et, dans certains cas (fig. 18), une troisième *e*. Mais ces feuilles s'arrêtent de bonne heure dans leur évolution et, quand la vrille est adulte, il est souvent difficile d'en retrouver les traces. La nature axile de la vrille étant ainsi prouvée, il ne reste plus qu'à dire quelques mots des relations qu'elle a avec le bourgeon axillaire feuillé. Nos figures 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 (Pl. X) donneront une bonne idée de ces rapports, au moins dans un certain nombre de cas. La figure 11 représente, en *m*, le bourgeon terminal d'un rameau de *Passiflora*. L'une des jeunes feuilles, *r*, de ce rameau a été rabattue et l'on aperçoit à son aisselle un mamelon aplati transversalement *s*. On voit, sur la figure 12, ce mamelon *s* se renfler très légèrement sur le côté en *h*; dans les figures 13 et 14, le renflement s'accentue. Il représente l'ébauche de la vrille qui, on le voit, n'est que la ramification la plus inférieure du bourgeon axillaire feuillé, comme dans les Cucurbitacées. A mesure que les mamelons *s* et *h* se développent, ils se séparent de plus en plus l'un de l'autre, comme on le voit par les figures 15, 16, 18 et 19. A l'état adulte la séparation est complète et il devient impossible de décider alors quelles sont les relations réelles des deux organes juxtaposés. Dans certaines espèces de Passiflorées, on a observé à l'aisselle de chaque feuille trois organes : un rameau feuillé médian, une vrille d'un côté et un bourgeon florifère de l'autre. Dans ce cas, c'est encore le rameau feuillé qui apparaît en premier lieu ; la vrille se développe sur sa base presque au niveau de son point d'implantation et le bourgeon florifère ne débute qu'après

la vrille. Il existe d'autres espèces où, à l'état adulte, la vrille et le rameau feuillé sont superposés et très distants l'un de l'autre (Pl. X, fig. 20, *a*, *b*). Les matériaux nous ont manqué pour nous livrer à une étude organogénique de ces plantes et nous avons dû nous en tenir aux résultats que pouvait nous donner la dissection des faisceaux. On voit, par la figure 20, que les faisceaux d'implantation de la vrille et du rameau sont absolument distincts. En *c*, *m*, *g*, sont les trois faisceaux foliaires dont les deux latéraux se coudent pour pénétrer dans le pétiole.

En terminant, nous revenons aux Cucurbitacées pour signaler, sans d'ailleurs insister sur sa description, le singulier lacis que forment les trois faisceaux foliaires du *Cucurbita maxima*, lorsqu'ils s'anastomosent pour pénétrer dans le pétiole. Nos figures 3 et 4 (Pl. VII) qui représentent ce lacis vu par devant et par derrière, en donnent une idée suffisante pour que nous nous abstenions de toute description détaillée. *h*, *h'*, *h''*, sont les trois faisceaux foliaires. *h'* continue en *s* sa course vers la feuille supérieure et envoie vers le faisceau foliaire médian, au niveau de *s*, une ramification *k*, subdivisée en deux branches principales *l* et *i*. Le faisceau *h*, en pénétrant dans le pétiole, forme un anneau *o* du pourtour duquel partent d'innombrables ramifications avec lesquelles le faisceau foliaire latéral *h''* s'anastomose par des branches *v*, *x*, etc.

M. JOBERT

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

SUR LA MALADIE DES CAFÉIERS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Jobert explique qu'une certaine maladie des caféiers du Brésil est produite par des kystes d'anguillules formés sur les radicelles de la plante. A la sortie des anguillules le kyste pourrit, se couvre de champignons comme dans un pourridié ordinaire.

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

SUR L'ORGANOGÉNIE DES FLEURS FEMELLES ET DES FRUITS DES NOYERS

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. le Dr TISON

Docteur ès-sciences naturelles, à Paris.

LES TUBÉROÏDES DE M. DUCHARTRE.

— Séance du 3 septembre 1879. —

La morphologie de la tige est une des parties les plus intéressantes de la botanique, puisque sous la définition si claire d'un axe muni d'appendices disposés dans un ordre régulier et portant des bourgeons dans leur aisselle, on réunit une variété pour ainsi dire infinie de formes. En effet, le nombre des sortes de tige est considérable, mais elles se rattachent si intimement l'une à l'autre qu'il est bien difficile de faire rentrer dans les classifications toutes celles que la nature présente à notre observation.

On divise les tiges en souterraines, aquatiques et aériennes suivant le milieu où elles croissent. Combien vivent simultanément dans ces trois milieux par leurs diverses portions. La plupart des plantes aquatiques sont dans ce cas, puisqu'elles plongent dans le sol par leurs racines et la portion inférieure parfois rampante de leurs tiges, dans l'eau par la partie moyenne de cette dernière, et enfin dans l'air par leur extrémité.

D'après leur direction, les tiges se divisent en dressées, volubiles, grimpantes ou sarmenteuses, couchées, rampantes. Mais on sait qu'il existe tous les passages entre ces diverses espèces, la même tige méritant souvent plusieurs de ces appellations suivant la partie que l'on considère.

Au nombre des tiges souterraines, on place les rhizomes, les bulbes et les tubercules. Ce n'est un secret pour personne que l'on trouve dans

la nature tous les passages de l'une à l'autre de ces formes. Aussi, dans la pratique, est-il souvent impossible d'admettre des catégories aussi tranchées.

Sans entrer plus avant dans la morphologie générale de la tige, on peut dire, sans conteste, que pour définir chacune de ces nombreuses catégories, on ne tient aucun compte de la consistance, de la forme, de la couleur et encore moins du contenu des cellules qui entrent dans leur composition. Ainsi, par exemple, aucun botaniste ne place dans deux groupes distincts, le tubercule de la Pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) et celui du Topinambour (*Helianthus tuberosus L.*) sous prétexte que l'amidon si abondant dans le premier fait totalement défaut dans le second où il est remplacé par l'inuline. En disant aucun botaniste, on y comprend M. Duchartre, comme on peut s'en assurer par la lecture de son livre (1). De même la tige souterraine du Sceau de Salomon (*Polygonatum vulgare* Desf.) et celle du Chiendent (*Triticum repens L.*), sont des rhizomes, bien qu'on ne rencontre jamais dans le premier l'amidon qui remplit le tissu cellulaire du second. Jusqu'à présent il n'est venu à l'idée d'aucun savant de classer les différentes sortes de bulbes d'après le contenu des cellules qui entrent dans la constitution de leurs appendices ou de leur plateau.

Les portions axiles souterraines et renflées des végétaux portent le nom général de tubercules. Parmi ceux-ci on distingue avec raison ceux qui appartiennent à la tige (exemples: Pommes de terre, Topinambour, etc.) et ceux qui dépendent de la racine (exemples : Dahlia, Asphodèle, etc.). Plus souvent ces dernières s'appellent racines tubéreuses, le nom de tubercules s'appliquant alors spécialement aux tiges souterraines renflées et charnues. Il faut dire encore que diverses parties des végétaux, soit aériennes, soit souterraines, sont susceptibles de présenter des renflements particuliers sans qu'il soit toujours facile ou même possible de distinguer ce qui est tige de ce qui est racine, témoin les discussions qui agitent encore les botanistes à propos de la nature des tubercules des Orchidées et des bulbilles de la Ficaire, etc. En un mot, la question de la nature caulinaire ou radiculaire de certains tubercules est loin d'être claire. C'est sans doute pour porter la lumière dans ce domaine obscur que M. Duchartre a jugé utile d'y introduire la nouvelle catégorie des *Tubéroïdes*.

Qu'est-ce donc qu'un tubéroïde? Nul mieux que le père ne peut nous décrire son fils. Écoutons donc M. Duchartre. Dans la première édition des *Éléments de botanique* (2), il dit à propos des *formations tubéroïdes:*

(1) *Éléments de botanique*, 2e édition, page 376.
(2) Page 266.

« On peut voir comme un passage à l'état qui caractérise les tubercules dans ces axes considérablement épaissis, dont le tissu cellulaire s'est développé dans des proportions remarquables *sans que ces cellules se soient remplies de fécule*, et qui ont pris au total une consistance plus ou moins charnue. Je donnerais volontiers à ces formations particulières la qualification de *tubéroïdes*, pour indiquer qu'elles ont sous certains rapports, de la ressemblance avec les tubercules, sans qu'on puisse toutefois les confondre avec ceux-ci. »

Comme en botanique les exemples en disent souvent plus que les définitions, M. Duchartre indique comme *tubéroïdes*, la portion renflée de la tige du Chou-rave, les *Cyclamen*, les Carottes, les Raves, les Betteraves, les Radis et les Navets. Dans la seconde édition (1), cet auteur s'exprime ainsi sur le même sujet : « On peut voir comme un passage à l'état qui caractérise les tubercules dans ces axes considérablement épaissis dont le tissu cellulaire s'est développé dans des proportions remarquables *sans que ces cellules se soient remplies d'amidon* et qui sont plus ou moins charnues. Je donnerais volontiers à ces formations particulières le nom de *tubéroïdes* pour indiquer qu'elles ressemblent à des tubercules sans qu'on puisse toutefois les confondre avec ceux-ci. » Les exemples cités sont identiques à ceux de la première édition. Le texte le serait aussi si *amidon* ne remplaçait pas *fécule*. Mais ces deux mots étant synonymes, il s'ensuit, d'après M. Duchartre que l'un des caractères essentiels des *tubéroïdes* est de ne pas contenir d'amidon (ou de fécule) dans leur tissu cellulaire.

Les exemples cités répondent-ils à sa définition? C'est ce que l'observation va nous apprendre. Une coupe microscopique prise dans la masse charnue du tubercule d'un *Cyclamen* montre un parenchyme dont les cellules sont littéralement gorgées de grains qui possèdent tous les caractères de l'amidon. On dirait une de ces plantes destinées à l'extraction industrielle de cette substance. Aussi suffit-il de déposer, sur une surface de section, une goutte de solution aqueuse d'iode, pour obtenir une coloration bleue qui se fonce de plus en plus et devient presque noire. Cette teinte est à peine moins intense que celle qu'on obtient en répétant la même expérience sur un tubercule de Pomme de terre. D'une part, M. Duchartre affirme que les organes auxquels il donne le nom de *tubéroïdes* ne doivent pas avoir leurs cellules remplies d'amidon, d'autre part, l'expérience la plus vulgaire démontre que les tubercules des *Cyclamen* pris par lui comme type de *tubéroïdes*, ont leurs cellules gorgées de fécule.

Le Chou-rave, le Navet, etc., sans contenir dans leurs cellules autant

(1) Page 369.

d'amidon que le *Cyclamen* en renferment cependant encore une certaine proportion. Celle-ci varie, du reste, avec les diverses périodes de la végétation. Il se passe ici un phénomène bien connu de tous ceux qui étudient la physiologie végétale, à savoir que l'amidon abondant dans les cellules à certains moments, disparaît ensuite plus ou moins pour servir à la fabrication de nouveaux tissus ou d'autres produits.

Les *tubéroïdes* doivent donc disparaître de la science comme ne possédant même pas le caractère essentiel que leur assigne leur auteur. Ils suivront en cela le sort d'autres organes en *oïdes* dont l'existence aura été tout aussi éphémère.

On répète souvent que M. Duchartre n'observe pas ou du moins très peu. Les faits précédents ne le démontrent que trop. Mais on ajoute aussitôt que c'est un savant dont l'érudition profonde est au courant de tout ce qui se publie. N'ayant nullement l'intention de m'attribuer la découverte de l'amidon dans les cellules des *Cyclamen*, voici ce qu'on trouve dans un livre (1) classique à l'École de pharmacie et publié dans l'intervalle des deux éditions des *Éléments de botanique*. « La racine de *Cyclamen*, dit M. Planchon (t. Ier, p. 600), a une saveur âcre et caustique. Elle contient une substance blanche, âcre qu'on a nommée *cyclamine*, une substance résineuse amère, de la gomme, de l'*amidon*, etc. » N'insistons pas sur le nom de racine donné par M. Planchon au tubercule du *Cyclamen*, car il ne faut y voir qu'un archaïsme pharmaceutique. Il suffit de constater que M. Duchartre est en contradiction avec les classiques de l'École de pharmacie. Sa profonde érudition ne daigne peut-être pas descendre jusque-là.

DISCUSSION.

M. Guillaud d'abord, M. Planchon ensuite, croient devoir protester contre la forme injustement agressive donnée au dernier paragraphe de cette communication; mais, comme M. Tison leur demande s'ils prétendent contester les faits qu'il vient d'avancer, ils répondent n'avoir aucune objection à opposer, M. Planchon ajoutant même que le contenu des cellules ne doit pas être pris en considération quand il s'agit de morphologie.

M. Tison fait alors observer qu'il n'a pas dit autre chose.

(1) *Traité pratique de la détermination des drogues d'origine végétale*, par M. Planchon.

M. de SEYNES
Agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

LE PARASITE DE LA MALADIE DU CHATAIGNIER.

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

La maladie du châtaignier a attiré, pour la première fois, l'attention en Italie vers 1842 ; depuis 1875 elle a été l'objet des recherches de M. Gibelli qui en a tracé l'historique et les caractères. Ces caractères sont, pour l'Italie, identiques à ceux que M. Planchon a donnés en 1878 pour les Cévennes. Les documents et les échantillons que j'ai reçus des Pyrénées me permettent d'ajouter que là aussi elle se présente avec les mêmes symptômes.

Trois hypothèses ont été émises sur la cause qui la produit.

La première en date est celle de M. Gibelli ; dans un premier mémoire, le savant professeur de Modène admettait que la maladie se révélait à l'examen des tissus par le dépôt d'une substance amorphe pénétrant surtout le parenchyme interposé entre les fibres du liber. Cette substance était le produit pathologique par excellence, elle a pour caractère de se colorer en jaune citron et de se dissoudre dans les solutions alcalines. De ses expériences sur la propagation de la maladie, des analyses chimiques indiquant dans les cendres du bois malade, une diminution de la quantité de potasse, M. Gibelli concluait que le parasitisme animal ou végétal n'était pour rien dans la maladie du châtaignier ; il s'appuyait en outre sur les observations de M. Caruel et de M. Baglietto. Le travail de M. Gibelli plein de faits intéressants, signale aussi les noyers comme atteints de la même maladie. Dans un second mémoire paru en 1879, M. Gibelli résume les observations du premier et maintient ses conclusions mais d'une manière moins affirmative. Tout en admettant que la maladie est due aux conditions mauvaises du sol dans lequel les châtaigniers ont été plantés, il mentionne l'existence d'un mycelium qui détruit le parenchyme cortical et celle d'un conceptacle de Sphériacé semblable à un *Diplodia*. Dans une lettre récente, M. Gibelli m'informe que ce serait plutôt un *Sphæropsis* et se déclare convaincu que l'action du micromycète explique suffisamment la profonde désorganisation de l'écorce, le dépôt extraordinaire de tannin solide (en granules), le manque de potasse et l'excès de fer qu'on rencontre dans les cendres.

Il est donc inutile d'énumérer les motifs qui m'ont empêché de consi-

dérer la maladie sous le point de vue auquel s'était primitivement placé M. Gibelli, j'en réserve l'exposé pour un travail plus complet.

Une seconde hypothèse a été présentée par M. Planchon, elle attribue la maladie du châtaignier à l'action d'un parasite déterminé d'un Champignon de l'ordre des Basidiosporés, l'*Agaricus (Armillaria) melleus* ou une forme voisine, le mycelium blanc, que l'on rencontre entre le bois et l'écorce ayant les caractères de celui que l'on retrouve sur les mûriers et notamment de celui duquel Dunal avait vu sortir l'*Agaricus griseo-fuscus* D. C. Dans une note publiée plus tard, M. Planchon énumère les divers états, sous lesquels peut se rencontrer le mycelium de l'*Ag. melleus* d'après des observations faites sur des Marronniers, observations qui lui paraissent confirmer ce qu'il a vu chez les Châtaigniers malades et rendre plus probable l'intervention de l'*Ag. melleus*.

Je n'ai, pour ma part, jamais rencontré les réceptacles de l'*Ag. melleus* au pied des châtaigniers. M. Gibelli affirme d'après ses observations et celles de ses nombreux collaborateurs, qu'il en est de même en Italie. J'ai fait une longue liste des arbres au pied desquels ce Champignon se rencontre en automne dans les Cévennes, il y a les essences les plus différentes, conifères ou plantes à feuilles caduques, sauf les châtaigniers. On pourrait, il est vrai, admettre que le mycelium végète indéfiniment stérile à l'état de Rhizomorphe ou à l'état membraniforme ; il pourrait en être ainsi tant que l'arbre reste vivant, mais quand il meurt, il serait étrange qu'on ne rencontrât jamais l'organe sporophore. Quand le champignon de parasite devient saprophyte, la composition chimique du milieu nutritif change, sa végétation devient moins active et il fructifie, obéissant ainsi à une loi physiologique qui domine le régne végétal tout entier depuis le plus simple mycoderme, jusqu'au plus compliqué des phanérogames. M. Hartig ne paraît pas s'être préoccupé de ce fait là, parce que les limites, dans lesquelles cette loi s'exerce, sont assez larges et qu'on rencontre les réceptacles de l'*Ag. melleus* sur des arbres encore vivants. L'expérience populaire a consacré la généralité du fait que j'avance. Le nom languedocien de *souquarel* que porte l'*Ag. melleus* vient de *souquo,* souche, parce que c'est sur les vieilles souches d'arbres morts ou coupés vivants, mais dont la base des troncs et les racines laissés en terre sont morts, qu'il se rencontre le plus souvent.

Il appartenait du reste à l'examen micrographique de décider la question d'après les caractères précis du mycelium ; tous les autres points de vue deviennent secondaires à côté de celui-là.

M. Gibelli ayant envoyé des échantillons à M. Hartig, dont on connaît les beaux travaux sur l'*Ag. melleus*, ce savant n'a pu y découvrir le parasite si connu de lui.

Je n'ai pas été plus heureux que M. Hartig et ceci nous conduit à la

troisième hypothèse, celle que j'ai présentée dans une note à l'Académie des sciences le 6 janvier 1879.

Ayant constaté l'absence fréquente chez les chataigniers malades, du mycelium blanc décrit par M. Planchon, je n'ai jamais vu non plus qu'il pénétrât à l'intérieur des cellules, comme le font les filaments vraiment parasites de l'*Ag. melleus* ; je n'ai donc pu considérer ce mycelium que comme un épiphénomène. D'autre part j'ai constamment rencontré le mycelium brun, que j'ai décrit dans la note mentionnée ci-dessus, et je tiens à compléter aujourd'hui en quelques mots les observations contenues dans cette note.

J'ai reçu des échantillons de deux localités des Basses-Pyrénées, éloignées l'une de l'autre, Bayonne et Baïgorry. Ces échantillons envoyés, la plupart dans une motte de terre, appartenaient à des arbres à divers degrés de la maladie ; j'y ai toujours vu le même mycelium rampant sur les radicelles, pénétrant à l'intérieur des cellules de l'écorce ou du bois, sans jamais attaquer les fibres libériennes ou ligneuses, ni les vaisseaux du bois ; ceux-ci sont bourrés de thylles, comme si le travail végétatif gêné dans les zones externes se réfugiait dans les éléments vasculaires restés intacts.

Ce mycelium, que je n'ai pas à décrire de nouveau, donne naissance à d'innombrables conidies brunes, sphériques produites comme celles des *Torula* par segmentation successive du mycelium ; elles mesurent de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$, c'est surtout dans les grosses racines que ces conidies abondent. Lorsque l'arbre est déjà mort depuis quelque temps, ces conidies sont agglutinées par une substance brune, tenace, qui les dissimule, et peut les laisser confondre avec les granulations de même couleur, qui occupent tout ou partie de la cavité des cellules mortes. Je n'ai pas encore rencontré de fructifications d'un ordre plus élevé, comme les périthèces signalés par M. Gibelli. Quelques formes inachevées m'avaient cependant fait supposer que le mycelium brun appartenait à un sphériacé ; mais il y a un point sur lequel je me trouve en désaccord avec M. Gibelli. Les périthèces que ce savant a trouvés au mois d'octobre et surtout en hiver, sont nichés dans un mycelium blanc qui pourrait bien être celui que M. Planchon avait signalé sous le nom de *Rhizoctonia*, ce mycelium est tout différent de celui qui a surtout attiré mon attention, et il ne se rencontre pas sur tous les châtaigniers malades ; je ne l'ai jamais rencontré notamment dans les terrains compactes et argileux dont les mottes m'ont été envoyées de Baïgorry. Son absence fréquente est un des arguments que M. Gibelli employait dans ses premiers travaux pour combattre l'hypothèse d'un parasitisme fongique ; il est évident que les observateurs italiens et M. Planchon n'ont eu en vue que ce mycelium blanc, qui frappe le premier la vue sans le secours du

microscope. Le mycelium brun ne peut être aperçu qu'au microscope, et, pour être visible, il exige souvent qu'on ait dissous la matière brune des tissus altérés pour leur rendre une transparence suffisante, mais je puis affirmer qu'il ne manque jamais ; il végète d'une manière si luxuriante que le moindre fragment de racine malade permet d'en démontrer l'existence.

Ainsi malgré le rapprochement qui s'est fait entre l'opinion de M. Gibelli et la mienne, il reste un point à éclaircir. Y aurait-il continuité organique entre le mycelium blanc et le mycelium brun? S'agit-il de deux formes qui se succèdent ou de deux espèces differentes? Des observations nombreuses faites sur place peuvent seules élucider la question et je ne doute pas qu'en employant ce moyen nous n'arrivions à nous mettre d'accord.

En attendant, je crois nécessaire de donner un nom au champignon dont je viens de compléter la description, je l'appelle *Torula exitiosa* en attachant au terme générique *Torula* la même signification qu'on est convenu de donner à celui d'*Oïdium* pour l'*Erysiphe* de la Vigne ou à ceux de *Sclerotium* et de *Sphacelia* pour le *Claviceps* des Graminées. Je ne le considère que comme une forme conidienne, mais il y a un intérêt pratique pour l'étude et pour la clarté des descriptions ultérieures à fixer par un nom déterminé, les caractères de cette forme fongique.

M. PLANCHON

Correspondant de l'Institut, à Montpellier.

SUR LA MALADIE DES CHATAIGNIERS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Planchon, à la suite de la précédente lecture, développe sur cette question les opinions qu'il a exprimées dans deux notes des *Comptes-rendus de l'Académie des sciences* (ann. 1878, 22 octobre, p. 583-87, et 31 janvier 1879, p. 65-67).

Les études récentes qu'il a faites sur les châtaigniers des Cévennes n'ont fait que le confirmer dans ces idées. Pour lui, la cause active de destruction des châtaigniers, comme de beaucoup d'autres arbres (mûriers, marronniers d'Inde, poiriers, lilas, etc.), c'est le mycelium d'un agaric qui, presque sûrement, est l'*Agaricus melleus*. Mais ce mycelium lui-même est très polymorphe :

une de ses formes est le *Rhizomorpha fragilis var. subterranea* de Roth, qu'il a trouvée au contact d'une racine d'un marronnier mort au Jardin des Plantes : l'autre forme est le *Rhizomorpha fragilis subcorticalis,* qui s'étend entre bois et écorce des racines et des troncs en expansions membraniformes et qui, détruisant la couche génératrice du bois, tue brusquement ou lentement les sujets qu'il attaque. Ce mycelium, du reste, qui constitue aussi l'un des *Pourridiés* de la vigne, est à la fois *saprophyte* et *parasite.* M. Planchon se propose d'en poursuivre l'étude et ne saurait pour le moment répondre aux observations de son ami M. de Seynes avant d'avoir vu par lui-même le cryptogame qui, d'après ce savant, attaquerait les radicelles du châtaignier et serait la vraie cause de la maladie de cet arbre.

M. J.-L. CARDOZO de BETHENCOURT fils

ÉTUDE SUR LES CHATAIGNIERS ATTEINTS DE LA NOUVELLE MALADIE

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. le Dr Gaëtan DELAUNAY

RAPPORTS ENTRE LA COULEUR, L'ODEUR, LA SAVEUR DE CERTAINES FLEURS, FRUITS, ETC.

(EXTRAIT)

— Séance du 3 septembre 1879. —

Odeur et couleur. — L'odeur et la couleur des fleurs et des fruits sont :

1° Dans un rapport de nature. Une rose rose sent toujours la rose, une rose d'une autre couleur (blanche, *thé, rouillée,* etc.) sent une autre odeur.

2° Dans un rapport d'intensité. Dans une rose, la couleur et l'odeur viennent ensemble. Une rose a d'autant plus de parfum qu'elle est plus foncée en couleur.

Mais ces rapports entre l'odeur et la couleur peuvent exister dans des plantes différentes qui ont les mêmes odeur et couleur. Le jasmin, la clématite, l'acacia le chèvrefeuille, le seringat, la fleur d'oranger, tous blancs, ont à peu près le même parfum dans lequel l'odeur d'amande entre pour une part. L'iris et

la violette, le géranium et la rose, la pivoine rose et la rose, l'acacis de Marseille et la giroflée, ont également les mêmes odeurs et couleurs.

Le même rapport entre la couleur et l'odeur s'observe dans certains fruits. Il y a une relation entre la couleur jaune des poires, des prunes mirabelles, du brou de noix et l'odeur caractéristique de la teinture d'iode.

Intensité des couleurs. — Les diverses couleurs d'une plante semblent avoir la même intensité. Ex. : le rouge et le vert du radis, de la carotte, le jaune et le vert de l'oranger, du citronnier.

Odeur et saveur. — Elles sont les mêmes dans la prune de reine-claude et la figue, la prune mirabelle et l'abricot, la pomme de fer et la poire verte, etc.

Couleur et saveur. — Elles sont les mêmes dans les bouts d'asperges et les petits pois, le poireau et l'asperge, le poivre long et la figue, les bourgeons de houblon et les salsifis, etc. Cette communauté d'odeur, de couleur et de saveur doit être due à ce que la composition chimique est la même. C'est pour la même raison que certains morceaux de bœuf blancs comme du poulet ont le goût du poulet, que le poulet a parfois le goût du lapin, que les viandes de dinde et de porc ont exactement les mêmes aspect et goût, etc.

Souvent la couleur et l'odeur de plusieurs fleurs, fruits ou légumes sont dues à la présence d'un corps simple ou composé ayant une couleur et une odeur spéciales comme le soufre, l'amidon, etc.

MM. Charles BRONGNIART et Maxime CORNU

OBSERVATIONS NOUVELLES SUR LES ÉPIDÉMIES SÉVISSANT SUR LES INSECTES.

DIPTÈRES (*Scatophaga*) TUÉS PAR UN CHAMPIGNON (*Entomophthora*).

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Nous avons, l'année dernière, signalé une épidémie sévissant sur des insectes et qui était causée par un champignon appartenant au genre *Entomophthora* (1). Ce parasite faisait mourir en très grand nombre des *Syrphus* (*S. mellinus*, forêt de Gisors ; *S. gracilis* bois de Meudon) ; nous avons aujourd'hui à signaler la destruction d'autres diptères par une cause semblable, dans des conditions assez analogues, mais dans une localité et surtout dans une région fort différente.

Ces insectes furent observés sur les graminées qui se développent çà

(1) *Association française, Congrès de Paris* (1878) ; épidemie causée sur des diptères du genre *Syrphus* par un champignon *Entomopthora*.

et là sur le sable des dunes, non loin de la mer (1). Ces graminées appartiennent à deux genres différents : ce sont le *Psamma arenaria* et le *Festuca arenaria ;* la première possède des épis denses, la seconde une panicule lâche et un peu contractée.

Les insectes furent trouvés par une personne qui appartient à la famille de l'un de nous et qui avait observé avec nous l'épidémie des *Syrphus* de la forêt de Gisors ; c'étaient encore des diptères, mais de mœurs fort différentes. Quand on les découvrit sur les graminées dans le voisinage de la mer, ils ne se trouvaient qu'en assez petit nombre, quatre ou huit sur chaque graminée, et non pas en nombre énorme comme les *Syrphus* de l'année précédente, mais la raison est facile à donner. Rencontrés par hasard pendant une promenade au milieu du mois de juillet dernier, ils furent observés avec intérêt, mais comme on n'avait rien emporté pour recueillir avec soin ces échantillons sans les altérer et sans les froisser, on résolut de revenir le lendemain avec des boîtes et des cartons. Malheureusement pendant la nuit un grand vent s'éleva et fit tomber presque tous les insectes, et ce ne fut qu'à grand peine qu'on put en retrouver quelques-uns encore attachés sur les graminées. On explique ainsi facilement la rareté des spécimens sur chaque graminée, tandis que dans la forêt de Gisors, abritées par le bois, protégées du vent, les graminées avaient pu conserver les cadavres des Syrphus.

Ces circonstances si peu favorables qu'elles soient, sont cependant dignes de remarque ; nous y voyons clairement intervenir l'une des causes pour lesquelles les observations de ce genre ne sont pas plus fréquentes. Il en est deux autres encore sur lesquelles nous allons revenir.

On voit que les insectes fixés sur les graminées les ont choisies, comme nous l'avions déjà montré l'année dernière, à cause de leurs inflorescences dressées et à cause de leur développement par touffes. Sur le sommet de ces inflorescences, points culminants de ces touffes, s'étaient, dans l'un et l'autre cas, réunis tous les diptères de la région sous forme de petits groupes. C'est à cause de cette disposition très spéciale, que les insectes morts ainsi rassemblés et pour ainsi dire *triés* naturellement, ont pu frapper plus facilement les regards.

Combien y en a-t-il, sans doute, sur les brins d'herbes des prairies, où les insectes sont fort nombreux, qui doivent passer inaperçus parce qu'ils sont isolés, et meurent sur des panicules confondues dans la foule des autres ?

Ces insectes des dunes nous ont paru présenter la même situation que

(1) Ces dunes sont situées en face des îles Saint-Marcouf, près de Brucourt, propriété appartenant à M. Hervé-Mangon, de l'Institut, par Sainte-Marie-du-Mont (Manche).

les autres (*loc. cit.*): accrochés par les pattes, ils ont dû mourir dans cette position, renversés par leur propre poids. Ils ont dû se rendre sur le sommet des graminées, et alors alourdis par la maladie, ils n'ont pu s'envoler, et la mort les y a surpris.

Les exhalaisons marines, la présence du sel sur ces plantes directement exposées au vent de la mer, n'ont point empêché le parasite de remplir son rôle meurtrier.

Les insectes qui font le sujet de cette note sont des Diptères du genre *Scatophaga* Meigen (*Scatomyza* Fall., *Musca* Linné) de l'ordre des Diptères brachocères, famille des Anthéricères, tribu des Muscides-Scatomyzides.

Macquart qui adopte ce genre (*Diptères, suites à Buffon.* Ed. Roret, t. II, p. 392), en décrit quatorze espèces, réparties en deux sections. Ces insectes, dont le nom indique le genre de nourriture, sont assez communs en France et en Allemagne.

L'espèce qui a été observée est le *Sc. Stercoraria* et est partout très commune; elle se nourrit de matières excrémentitielles; la femelle y dépose des œufs, les larves y éclosent et s'y développent rapidement; un mois suffit à chaque génération; il y en a depuis le printemps jusqu'à l'automne. Le mâle est un peu différent de la femelle; il a les antennes jaunes et non noires, les poils de l'abdomen fauves et non pâles. Nous devons cette détermination à l'obligeance de M. Poujade, préparateur de la chaire d'entomologie au Muséum d'histoire naturelle.

A laquelle des espèces d'*Entomophthora* appartient le parasite des *Scatophaga?* Il est difficile de le dire; nous n'avons pu observer les insectes que morts depuis plusieurs semaines, et nous n'avons eu que des matériaux assez imparfaits.

Parmi les spores que nous avons observées, un très grand nombre présentaient sur les parties latérales la formation d'une spore semblable encore adhérente et plus petite. La spore primaire, dont les dimensions sont très importantes pour la détermination, était presque toujours altérée dans son contour et dans sa forme, ce qui n'a pas pu permettre d'en tirer des données spécifiques suffisantes.

Les insectes qui ont péri par suite du développement de l'*Entomophthora* sont très déformés dans leurs parties molles; ces dernières sont ratatinées, aplaties, complètement modifiées; l'abdomen est comme entièrement vidé; il ne reste plus aucune trace du gonflement primitif, et l'œil armé de la loupe ne constate plus ces apparences d'exsudation graisseuse qui caractérise ce genre d'affection. Si nous n'avions pas été mis en garde par notre observation de l'année dernière, nous aurions pu négliger cette seconde constatation et rapporter la mortalité à un accident d'une tout autre nature.

Pour retrouver les traces du parasite, il est nécessaire de dilacérer le corps de l'insecte après l'avoir préalablement ramolli par un séjour de quelques minutes dans une goutte d'eau, et si l'eau a quelque peine à pénétrer toutes les parties, il est bon d'employer d'abord l'acide acétique cristallisable, qui peut aisément pénétrer toute la masse clarifiée, et même dissoudre en partie les matières grasses et les tissus, quand son action a été suffisante, après quelques minutes, on peut ajouter un peu d'eau.

A l'aide de ce procédé, on met aisément en évidence la présence de quelques filaments et de quelques spores. Il reste encore souvent des spores attachées aux ailes et aux pattes où elles ont parfois commencé à germer; de petits groupes demeurent adhérents aux poils parfois fort longs qui garnissent le corps de l'animal.

Si l'on ne recherche pas d'une manière spéciale et même un peu minutieuse la présence des spores, on risque de ne pas les observer. M. Poujade avait ainsi cru que les *Syrphus gracilis* recueillis à Meudon par M. Mabille, et dont nous avons dit quelques mots l'an dernier étaient morts sans l'intervention d'un parasite végétal.

On sait que certains insectes, qui se développent en grand nombre, sont frappés de mort par milliers presque tous à la fois; la destruction des *Bibio*, des éphémères, etc..., est-elle toujours une conséquence naturelle, une loi de leur développement; les *Entomophthora* n'y interviennent-ils jamais; leur mort subite ne peut-elle jamais être attribuée à une cause de cette nature ? Cette question mérite quelque examen, car si le parasite disparaît presque sans laisser de traces, ne peut-il se faire qu'il puisse devenir indistinct sans avoir été remarqué ? Il y aurait donc intérêt à étudier la cause pour laquelle sont morts quelques-uns des insectes qu'on peut rencontrer *même isolément* dans la nature; il est possible qu'on arrive à retrouver une affection analogue, qui, dans bien des cas, peut et doit même forcément échapper aux observateurs.

Il peut se faire, en outre, que les insectes malades soient une cause de contagion pour les autres.

Quoique le *Scatophaga stercoraria* soit un diptère assez éloigné des *Syrphus*, on peut rapporter une particularité de leurs mœurs qui aurait peut-être quelque application ici. Cette espèce délaisse parfois sa nourriture habituelle pour se précipiter sur d'autres insectes encore vivants, dont elle peut arriver à se nourrir malgré le peu de rigidité de sa trompe ; ne pourrait-il arriver que dans sa lutte avec d'autres insectes elle pût recueillir et recevoir le germe de la maladie destinée à la faire périr.

Les insectes affaiblis par l'*Entomophthora*, qui souvent remplit tous leurs viscères, constituent une proie facile pour les autres qu'ils ne peuvent fuir ou contre lesquels ils demeurent presque sans défense, alourdis et presque tués déjà.

La question spécifique est fort importante ici. La nature de la proie dévorée et l'espèce d'*Entomophthora* qui décime l'insecte carnassier sont peut-être parfois en relation : on pourrait savoir ainsi quels insectes sont particulièrement dangereux pour les autres qui les dévorent.

Nous nous contentons de signaler cette manière de voir et de la recommander comme pouvant avoir quelque intérêt.

La conséquence directe de ces constatations d'épidémies sévissant sur les insectes, c'est que ces derniers sont soumis comme l'homme à des maladies parfois très généralisées et probablement beaucoup plus fréquentes qu'on ne le croit. Les deux exemples que nous avons cités, celui qui fut observé par M. Planchon sur les pucerons de la vesce, constituent la preuve de cette assertion.

L'attention a été d'abord attirée à propos de l'industrie de la soie, sur des parasites fort différents des insectes parasites constituant des maladies dangereuses et relatives aux vers à soie; ce sont : la *muscardine*, champignon voisin des *isaria* et les *corpuscules* qui, comme la *pébrine*, sont constitués par des organismes bactériens, contre lesquels les magnifiques recherches de M. Pasteur permettent de lutter avec succès; mais il est possible de voir apparaître sur d'autres insectes utiles des affections semblables à celles que nous signalons et tous les travaux sur ce sujet ont certainement de l'utilité, ne fût-ce qu'à titre de renseignement et pour ainsi dire de statistique.

Dans tous les cas, on peut conclure que les *Entomophthora* paraissent avoir dans la nature un rôle très important qui consiste à supprimer, par des sortes d'épidémies, les insectes trop prolifiques.

M. A. BONNEFOND

Pharmacien à Paris.

DU PIN MUGHO

(EXTRAIT)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

1° *Etude botanique du Pin mugho.* — Le pin mugho est un conifère qui ne croît qu'à une altitude de 1,800 mètres et qui ne se trouve que sur le mont Glandaz et sur quelques points très limités des Pyrénées. C'est la variété de pin la plus riche en principes résineux; la gaîne duvetée en regorge; on dirait en voyant les cônes si luisants, qu'ils ont été

enduits d'un vernis; il est connu dans le Dauphiné sous le nom de pin à crochet, pin-crin et en botanique sous le nom de *Pinus mughus*. Ses feuilles sont très étroites et disposées par paires et quelquefois au nombre de trois dans chaque gaîne; son odeur est très aromatique, les écailles sont plates et présentent à leur base un crochet assez prononcé.

2° *Analyse du Pin mugho.* — L'analyse de la résine du pin mugho faite par le docteur Bonnefond au laboratoire de l'Hôtel-Dieu a donné les résultats suivants :

100 PARTIES DU BOIS SOUMIS A L'ANALYSE CONTIENNENT:

Eau		12.8
Extrait aqueux comprenant	Matière gommeuse Matières albuminoïdes Traces de tanni Traces d'acide succinique Pectine soluble Sels solubles à acides organiques Sels solubles à acides minéraux	1.52

100 PARTIES DE BOIS SEC CONTIENNENT:

Cendres comprenant Sels solubles	Carbonates Sulfates Chlorures Silicates	de Potasse et de Soude	0.17
Sels insolubles	Carbonates Phosphates Silicates	de Chaux, de Magnésie et de Fer	
Matières solubles dans l'alcool absolu		Résine Essence de térébenthine	25.52
Matières solubles dans l'éther après épuisement par l'alcool		Produits résineux insolubles dans l'alcool	0.33
TOTAL des matières résineuses et de l'essence volatile 0/0			25.85
Huile volatile par 100 parties de bois sec (1)			10.5
Matières ligneuses Matière incrustante Corps gélatiniformes du bois (pectine-pectose)			48.98
Substances solubles dans l'eau, rapportées à 100 de bois sec			1.7

3° *Emploi thérapeutique du Pin mugho.* — Depuis de longues années la résine de Pin mugho est employée avec succès pour le traitement externe des affections rhumatismales et goutteuses sous forme de bains résineux. Témoin des heureux résultats de cette médication, le doc-

(1) Cette essence a une odeur très aromatique, rappelant celle de la menthe.

teur Bonnefond a eu l'idée d'en faire des préparations officinales pour l'usage interne. Guidé par son analyse chimique, il a eu recours à trois véhicules différents : l'alcool, l'huile et l'éther, et l'expérimentation qui a été faite de ces différents produits a justifié les conclusions que l'étude chimique de la résine du Pin mugho pouvait faire prévoir pour le traitement des affections rhumatismales et goutteuses.

Une partie de ces observations a été publiée et les résultats consignés dans différents travaux thérapeutiques.

M. H. DUTAILLY

Professeur à la Faculté des sciences, à Lyon.

RECHERCHES SUR LE SQUELETTE FIBRO-VASCULAIRE DES CUCURBITACÉES (1)

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. le Dr TISON

Docteur ès-sciences naturelles, à Paris.

LES PIEDS FEMELLES DU THLADIANTHA DUBIA POSSÈDENT DES TUBERCULES SEMBLABLES A CEUX DES PIEDS MALES

— Séance du 3 septembre 1879. —

Cette curieuse Cucurbitacée de la Chine septentrionale est dioïque. Grâce aux graines envoyées par le P. David, M. Naudin, il y a une dizaine d'années, on a obtenu dans les cultures du Muséum, des pieds mâles et des pieds femelles. Ces derniers ont mûri leurs fruits et donné de bonnes semences. Néanmoins, depuis cette époque, on ne trouve plus dans les divers jardins botaniques, que les pieds mâles qui se reproduisent très abondamment par le moyen de nombreux tubercules.

Des graines semées au printemps de 1877 m'ont donné divers sujets

(1) Ce mémoire a été réuni par l'auteur au mémoire sur l'organogénie des Passiflorées ; voir page 711.

parmi lesquels j'ai reconnu l'année dernière des pieds femelles qui ont bien fructifié. Cette année, je me suis assuré que ces pieds femelles pouvaient se multiplier, comme les pieds mâles, par l'intermédiaire de tubercules. Plusieurs de ceux-ci pris au hasard dans le sol au printemps et transplantés à la campagne, ont donné les uns des pieds mâles, les autres des pieds femelles. Il sera donc difficile maintenant de perdre cette plante fort intéressante au point de vue de l'organisation si discutée des Cucurbitacées. Je me propose, en outre, d'étudier le développement et la morphologie de ces tubercules qui n'ont qu'une fausse apparence avec ceux de la pomme de terre. En tout cas, il est prudent de prévenir que leurs cellules sont gorgées d'amidon, afin que personne ne soit tenté de les classer parmi les Tubéroïdes.

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

SUR L'ORGANOGÉNIE FLORALE DES SÉLAGINÉES ET DES HEBENSTREITIA

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

SUR LES AFFINITÉS DES VIGNES ET SUR LES RAPPORTS NATURELS DES AMPÉLIDÉES

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

10e Section

ZOOLOGIE ET ZOOTECHNIE

PRÉSIDENT D'HONNEUR . . . . M. H. DE LACAZE-DUTHIERS, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

PRÉSIDENT . . . . . M. A. SABATIER, Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

SECRÉTAIRE. . . . . M. H. ROUZAUD, Élève à la Faculté des sciences de Montpellier.

M. JOBERT

Professeur à la Faculté des sciences de Dijon.

SUR LA PRÉTENDUE VOIX DE CERTAINS POISSONS SILUROÏDES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879. —

M. JOBERT a étudié pendant son séjour en Amérique les bruits produits par certains poissons siluroïdes de l'Amazone; cet observateur dit que ces bruits proviennent le plus souvent (ex : Hypostome, Pira rabeca, poisson-violon) de la tête dentée du premier rayon de la nageoire pectorale qui joue dans une cavité articulaire également dentée. M. Jobert affirme que presque tous les silures amazoniens possèdent cet appareil qui est en même temps une arme redoutable; il parle ensuite d'autres bruits produits chez quelques Doras et Corydoras par la détente de muscles agissant sur deux disques osseux lesquels reposent sur la vessie natatoire.

M. le Professeur F.-A. FOREL
de Morges, Suisse.

LES FAUNES LACUSTRES DE LA RÉGION SUBALPINE (1)

— Séance du 29 août 1879. —

Un lac d'eau douce peut, au point de vue de ses habitants, être divisé en trois régions, présentant des conditions très spéciales de milieu et de sociétés animales et végétales, à savoir les régions littorale, pélagique et profonde. J'esquisserai d'abord les trois faunes lacustres, en me basant spécialement sur les faits collectés dans le lac Léman, puis je chercherai quelle origine on peut attribuer à ces trois groupes d'animaux (2).

1° La *région littorale* s'étend tout autour du lac, depuis la rive jusqu'à une profondeur de 10 à 15 mètres; sa largeur est variable avec le relief du talus. Les conditions de milieu sont : profondeur faible, pression faible, — température variant du jour à la nuit, de l'été à l'hiver entre 0 et 25 degrés, — lumière intense pendant le jour, — grande agitation de l'eau par les vagues et les courants, — sol très variable depuis les rochers, aux galets, aux sables et à la vase, — nourriture abondante dans une eau très chargée de poussières aquatiques, — flore riche et variée.

Dans ces conditions de milieu, fortement mouvementées et très diversifiées, vit une faune abondante et riche, la faune lacustre classique, la seule que l'on connût il y a une vingtaine d'années. Cette faune très différente suivant la nature et les conditions de la plage ou du lac, présente entre autres les caractères généraux suivants : ce sont des animaux de grande taille, robustes, bien nourris, fortement pigmentés, capables de résister aux mouvements de l'eau en se fixant aux corps solides ou en s'enfouissant dans des cachettes.

2° La *région pélagique* occupe la masse principale du lac, en avant de la région littorale, en plein lac, depuis la surface jusqu'à la couche d'eau immédiatement en contact avec le sol. Les conditions de milieu sont les suivantes : profondeur variable, pression augmentant avec la

(1) Je désigne par ce mot tout le pays autrefois recouvert par les glaciers alpins, au nord et au sud de la chaîne des Alpes, et qui a reçu en raison de ce fait des caractères géologiques et biologiques particuliers.

(2) Les faits que je résume ici sont développés entre autres dans mes *Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman*, séries I à VI, §§ I à L, Lausanne, 1874 à 1879, librairie Rouge et Dubois.

profondeur, température et lumière diminuant avec la profondeur. La température est constante au delà de 100 mètres, à 5°; à la surface elle varie de 5° à 25°; la lumière disparaît très rapidement : à en juger par des expériences photographiques, le pouvoir actinique des rayons solaires cesse en été par 45 mètres, et en hiver par 100 mètres de profondeur. Les mouvements de l'eau, encore assez violents à la surface, sont nuls dès quelques mètres de profondeur; l'eau est presque pure et la nourriture très pauvre. La flore est représentée seulement par deux algues : *Pleurococcus angulosus* et *Anabaena circinalis*, dont les flocons, gros comme un quart de tête d'épingle, flottent par millions entre deux eaux. Dans ces conditions vit la faune pélagique découverte dans les lacs Scandinaves par Lilljebord et O.-G. Sars en 1860, et constatée dans nos lacs subalpins par P.-E. Muller en 1868. Cette faune comprend un petit nombre d'espèces d'Entomostracés (huit seulement dans le lac Léman), mais le nombre des individus est immense. Ces animaux, Cladocères et Copépodes, sont essentiellement nageurs, ils n'ont aucun organe de fixation sur les corps durs, ils sont absolument transparents et sont de mœurs crépusculaires; ils se tiennent en effet à la limite de la lumière, descendant pendant le jour à 5, 10, 50 ou 100 mètres de profondeur, et ne viennent à la surface que pendant les nuits calmes et sans lune (Weismann, Forel). Cette transparence et ces mœurs crépusculaires leur servent de protection contre la chasse de leurs ennemis, les poissons, qui les suivent du reste dans leurs migrations diurnes.

3° La *région profonde* comprend le sol même du lac, au delà de la région littorale, et la couche d'eau immédiatement sus-jacente. Le sol est formé par une argile excessivement fine, sans aucun corps solide que ceux qui tombent accidentellement de la surface; la profondeur, qui atteint dans notre lac 334 mètres, occasionne des pressions considérables, à raison d'une atmosphère par chaque 10 mètres d'eau; la température y est constante à 5°, la lumière nulle, l'agitation de l'eau nulle; les variations de saisons n'y existent pas; la composition de l'eau et la quantité des gaz dissous sont sensiblement les mêmes qu'à la surface; la nourriture y est peu abondante et consiste surtout dans les cadavres des Entomostracés pélagiques qui sombrent dans les grands fonds et y forment un dépôt analogue par son origine à la *globigerin-ooze* de l'Atlantique. La flore y est très atténuée; jusqu'à 100 mètres, j'y trouve un *Pleurococcus roseo-persinicus*, quelques Oscillariées, un grand nombre de Diatomées et de Palmellacées; au delà de 100 mètres, plus rien.

Dans ces conditions vit une faune relativement assez nombreuse que j'ai découverte en 1869; elle offre des représentants de tous les groupes d'animaux lacustres, à l'exception des Nayades et des Éponges. J'en connais actuellement environ quatre-vingts espèces, réparties comme suit :

3 Insectes.		1 Cestoïde.	
5 Arachnides.		18 Turbellariés.	
17 Crustacés,	25 Arthropodes.	1 Bryozoaire.	
4 Gastéropodes.		2 Rotateurs,	31 Vers.
2 Lamellibranches,	6 Mollusques.	1 Hydroïde,	1 Cœlenteré.
5 Annélides.		8 Infusoires.	
1 Hirudiné.		3 Rhizopodes,	11 Protozoaires.
3 Nématoïdes.			

Total : 76 espèces.

Ces animaux présentent, en général, des caractères de petitesse, de faiblesse, de pauvreté organique et physiologique ; les types nageurs ne nagent plus, les animaux à respiration aérienne ont repris la respiration aquatique ; ils sont faiblement pigmentés, plusieurs ont perdu l'organe de la vue ; ils n'ont plus d'organe de fixation sur les corps solides.

— Quelle est l'origine de nos animaux lacustres ; les trois faunes que nous venons de différencier ont-elles la même histoire ?

La question peut et doit se poser. En effet dans nos contrées subalpines, l'époque glaciaire a imposé un caractère tout spécial à la population animale et végétale. La vie ayant été absolument supprimée sous la masse énorme du glacier qui s'étendait alors des Alpes jusqu'au Jura, les animaux et les plantes, qui depuis la fonte du glacier ont repeuplé la terre et les eaux, ont nécessairement dû y émigrer des contrées voisines respectées par l'envahissement des glaces ; il en résulte que les animaux de nos lacs, pour ne parler que d'eux, ne peuvent plus descendre directement d'animaux lacustres ayant habité notre pays durant les époques tertiaires, mais qu'ils descendent d'animaux lacustres, palustres, fluviatiles (ou marins) qui ont émigré dans nos lacs depuis la fonte du glacier, et se sont adaptés sur place aux conditions de milieu spéciales à ces lacs. Nos faunes lacustres sont donc de date relativement récente, et la période maximale qui a suffi à leur différenciation est parfaitement précise.

En faisant intervenir ici la distinction entre la migration active, transport spontané de l'animal suivant son mode normal de locomotion, et la migration passive, transport accidentel de l'animal par des agents extérieurs, j'arrive à caractériser comme suit l'origine des trois faunes que nous venons de reconnaître.

La *faune littorale* provient d'animaux qui sont arrivés par migration active ou par migration passive, des eaux des pays environnants, qui petit à petit ont remonté le courant des fleuves des plaines de France, d'Allemagne ou d'Italie, ou bien qui ont été transportés par les oiseaux et poissons migrateurs. Trouvant dans le même lac ou dans des lacs différents des conditions fort diverses, suivant la nature de la plage,

ces animaux se sont adaptés de diverses manières à ces divers milieux, et il en est résulté le polymorphisme très remarquable qui caractérise cette faune. (Voyez les travaux de S. Clessin sur les Mollusques des lacs de la haute Bavière.)

La *faune pélagique* est remarquablement uniforme dans tous les pays de l'Europe; les espèces sont partout les mêmes et varient excessivement peu d'un lac à l'autre. Il est donc naturel d'attribuer à ces Entomostracés une communauté d'origine et des relations fréquentes et faciles entre leurs diverses stations ; mais d'une autre part ces Cladocères et Copépodes ne sont pas en état de circuler d'un lac à l'autre par l'intermédiaire des fleuves; dans leur natation indolente ils ne pourraient lutter contre le courant et seraient brisés par le premier remous. Il n'y a donc pas lieu de penser à une migration active; en revanche, la migration passive explique fort bien la vaste extension de cette faune. Les œufs, et spécialement les œufs d'hiver, sont transportés d'un lac à l'autre, attachés aux plumes des Palmipèdes migrateurs. Si cela est, la différenciation des espèces pélagiques peut avoir eu lieu dans des lacs fort éloignés des nôtres et à des époques géologiques fort distantes de nous ; pour cette différenciation nous ne sommes plus arrêtés par la durée fort restreinte qui nous sépare de l'époque glaciaire, ni par les dimensions souvent fort étroites des petits lacs où nous rencontrons des espèces pélagiques.

Comment s'est faite cette différenciation? Je l'explique en prenant en considération les mœurs crépusculaires de ces animaux. Pendant la nuit des petits Entomostracés de la région littorale, jouant à la surface de l'eau, ont été entraînés en plein lac par le courant superficiel de la brise de terre; pendant le jour, descendant dans la profondeur, ils ont échappé au courant de retour de la brise de lac, et tout le chemin gagné pendant la nuit n'a pas été perdu pendant le jour. Petit à petit, ils ont été relégués en plein lac, loin des côtes et des rivages. La sélection naturelle est alors intervenue et ces petits animaux, condamnés à une natation perpétuelle, sont devenus les excellents nageurs que nous connaissons, sans trace d'appareil de fixation; ces petits animaux qui n'avaient d'autre moyen de fuir la dent des poissons qu'en échappant à leur vue, sont devenus les Entomostracés hyalins et pellucides de notre faune pélagique.

La *faune profonde* enfin s'est produite par différenciation des deux autres groupes d'animaux; quelques individus égarés dans les grandes profondeurs s'y sont multipliés, et leur descendance s'est modifiée dans ce milieu glacé, obscur et sans mouvement, pour devenir les pauvres petites espèces de notre faune profonde.

Un fait très intéressant dans ce procès de différenciation est la sépa-

ration absolue des régions profondes des divers lacs : deux lacs n'ont aucune communication directe dans leurs régions profondes ; il ne peut donc, en aucune manière, y avoir entre deux faunes profondes ni migrations actives ou passives, ni croisements, ni mélanges. Chaque région profonde représente donc un centre spécial de différenciation, ce que les anciens naturalistes auraient appelé un centre de création.

Or, nous connaissons fort bien les divers facteurs de cette différenciation : les animaux qui ont servi de souche sont représentés dans les faunes superficielles, faune littorale et faune pélagique du lac lui-même ; les conditions de milieu du lac nous sont actuellement suffisamment connues ; la durée maximale du procès nous est donnée par le fait qu'il n'a pu commencer qu'après la fin de l'époque glaciaire. Il est rare que dans la nature nous rencontrions, pour les phénomènes d'adaptation et de différenciation des espèces, des conditions aussi bien définies et aussi faciles à préciser.

L'étude de ces faunes profondes aidera peut-être un jour à résoudre un problème difficile : celui de l'origine simple ou multiple d'une même espèce, le monogénisme ou le polygénisme des espèces. Voici comment la question se pose pour nous : le même type animal se différencie-t-il de la même manière dans la région profonde de deux lacs différents ? ou bien, malgré la similitude presque absolue des conditions de milieu, chaque procès individuel de différenciation aboutit-il à des résultats différents ? Ou encore : des animaux de même espèce, ou d'espèces voisines, transportés dans le milieu à peu près identique de la région profonde de lacs différents, peuvent-ils donner des descendants identiques et qu'on doive rapporter à la même espèce ? L'étude des faunes profondes des lacs autres que le lac Léman n'est pas encore assez avancée pour que j'ose tirer une réponse des quelques faits que je possède déjà ; mais ce que je connais me permet d'espérer une solution explicite de cette grave question.

Bien d'autres problèmes intéressants, dans les domaines de la zoologie, de l'anatomie, de la physiologie, de l'ontogénie et de la phylogénie, ont été ouverts par l'étude de ces petits animaux et de ces petites faunes de nos petits lacs d'eau douce. La discrétion m'empêche seule de poursuivre ces développements, mais si j'arrive à attirer quelques nouveaux explorateurs dans cette mine si riche et encore presque vierge, j'aurai atteint le but de cette exposition.

M. de LACAZE-DUTHIERS

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences de Paris

SUR LA CROISSANCE DU VER SOLITAIRE (TÆNIA MEDIOCANELLATA)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. de Lacaze-Duthiers a suivi pendant cinq années consécutives le développement d'un *Tænia mediocanellata* sur une personne qui n'en pouvait être débarrassée.

Il a pu constater que la croissance en longueur de l'helminthe devait être en moyenne de six centimètres par jour. Environ six semaines après avoir fait rendre la presque totalité de l'animal, des proglottis nouveaux étaient rejetés, l'accroissement du ver a été calculé d'après cela.

La racine de fougère mâle a seule pu débarrasser le malade. Ce médicament tue réellement le ver.

M. de LACAZE-DUTHIERS

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences de Paris

NOUVEAU MODE DE PARASITISME OBSERVÉ CHEZ LA « LAURA GERARDIÆ », GENRE DE CRUSTACÉ NON DÉCRIT

— *Séance du 29 août 1879.* —

Les crustacés parasites offrent les variétés d'organisation les plus curieuses et les plus inattendues, surtout dans les types dégradés et inférieurs de la classe.

J'en ai rencontré un dans la faune des fonds corralligènes qui n'était pas connu et que, pour cette raison, j'ai dû nommer. Il ne peut être rapporté à aucun genre existant; je lui donne, pour le genre, le nom de *Laura*, et pour l'espèce celui de *Gerardiæ*. Ce dernier nom est tiré de l'animal sur lequel je l'ai constamment trouvé vivant en parasite.

La carapace ou portion du test comprise entre la tête et l'abdomen est démesurément développée, et en se courbant dans tous les sens elle finit par enfermer le corps, proprement dit, dans une poche ouverte seulement par un pore. Cette sorte de cellule ou d'ampoule est aplatie et a presque la forme d'un rein, elle n'est toujours présente

entièrement plongée dans les tissus ou le sarcosome de la *Gerardia Lamarckii* qui lui fournit les liquides nourriciers; elle reçoit aussi les produits de la reproduction auxquels elle sert de chambre d'incubation. Ce qui fait que, pendant la belle saison, on trouve dans son intérieur des jeunes embryons à presque tous les états de développement.

Le corps de la *Laura* est comme suspendu par le dos dans la cavité de sa coque, et sa tête, qui ne pourrait guère atteindre le pore ou l'orifice, n'est point armée d'un appareil propre à diviser un aliment. L'alimentation, ou pour mieux préciser, la préhension des aliments, semble, sinon impossible, du moins très difficile. Et cependant, l'animal s'accroît et se reproduit; par conséquent se nourrit.

On ne peut, en considérant toutes ces dispositions, s'empêcher de reconnaître que c'est par la surface extérieure du test que les liquides nourriciers sont absorbés.

La surface extérieure de cette carapace en forme d'ampoule est toute couverte de filaments étoilés qui rayonnent autour d'un pore ouvert intérieurement et lequel pénètre dans un vaisseau des tissus mous de la face interne du test. Ces filaments plongent comme un chevelu de radicelles dans les tissus de la *Gerardia* et y absorbent, par endosmose, des liquides qu'ils apportent au pore et aux vaisseaux.

En général, les crustacés parasites se fixent à l'aide de leur bouche transformée en un suçoir ou en une trompe qu'ils font pénétrer dans le corps du patient qui les héberge; ici, rien de semblable, l'animal s'enkyste, et ce sont les parois de son kyste qui jouent le rôle de partie absorbante.

Dans les parois de cette ampoule se trouvent les glandes génitales femelles, ainsi que le foie dont les cæcums paraissent, relativement du moins, fort développés; et l'on trouve, dans la cavité du lube digestif, une matière pultacée, jaune brunâtre, absolument analogue à celle que sécrètent les cæcums hépathiques.

Le tube digestif, chez la *Laura* adulte, sert donc peu à l'alimentation proprement dite; aussi trouve-t-on ici une preuve évidente du rôle dépurateur de la glande hépathique. Si la bile que sécrète cet organe ne devait servir qu'à l'accomplissement des phénomènes digestifs, l'on ne verrait pas la raison d'un aussi grand développement du foie; évidemment, les culs-de-sac sécréteurs de cette glande sont répandus au milieu des vaisseaux qui reçoivent les produits absorbés par les villosités extérieures du test, pour faire éprouver au sang une dépuration immédiate.

Ce trait particulier d'organisation n'est pas le seul qui mérite l'attention et qui caractérise la *Laura*. La reproduction s'accomplit par la voie des sexes, et la disposition des organes offre la plus grande constance.

La *Laura* est hermaphrodite et la fécondation de ses œufs se fait dans sa carapace.

Le corps du petit crustacé dans sa partie abdominale porte douze pattes, formant six paires. Les ovaires, placés à côté du foie dans les parois de l'ampoule, viennent s'ouvrir chacun par un oviducte particulier sur le talon du premier article de la première paire de pattes. Les autres cinq paires sont destinées à loger dans leur intérieur les testicules, dont les capsules s'ouvrent par autant de pores sur le talon de chacune d'elles.

Les spermatozoïdes sont, comme dans tous les crustacés, à peu près immobiles; ils sont ici en forme de baguettes déliées, simples et droites.

Dans le mémoire détaillé, l'histologie des glandes génitales, comme celle de tous les tissus, sera soigneusement exposée. Les transformations de l'œuf et l'embryogénie y sont aussi complétement décrites.

Il est impossible dans un résumé de rapporter tous les faits que cette monographie fort étendue renferme; les organes de la circulation, de l'innervation, malgré leur profonde modification, montrent chez l'adulte tous les caractères généraux de ces appareils qui caractérisent les crustacés; d'ailleurs, le développement suivi dans toutes les phases prouve encore que la *Laura*, par son *Nauplius*, est bien un crustacé appartenant aux types dégradés qui ont des rapports directs avec les cirrhipèdes.

M. GIARD

Professeur à la Faculté des sciences de Lille.

LES ORTHONECTIDA, GENRE NOUVEAU DE L'EMBRANCHEMENT DES VERMES

(EXTRAIT)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Giard, professeur à la faculté des sciences de Lille, expose les particularités principales de l'organisation et du développement de tout un groupe d'animaux inférieurs, inconnus jusqu'à présent et qu'il nomme *orthonectida* pour rappeler leur allure caractéristique. Ces animaux vivent en parasites dans les échinodermes et les turbellariés. M. Giard a surtout étudié deux espèces parasites d'une ophiure vivipare; l'*ophiocome neglecta*. Toutes deux présentent le même plan d'organisation. Ce sont des *planula* permanents de taille

microscopique (120 millièmes de millimètre). L'exoderme est formé d'un petit nombre de cellules ciliées disposées par métamères renfermant soit un seul rang, soit plusieurs rangs de cellules, suivant les genres; l'indoderme est un sac clos formé de cellules épithélio-musculaires; il n'y a ni bouche ni anus.

M. Giard range les *orthonectida* dans le groupe des vers plats dans le voisinage des Dicyemiens. Comme les Dicyemiens, ces parasites présentent à la fois la reproduction ovipare et la reproduction gemmipare à l'intérieur de sporocystes.

Ces deux modes de reproduction ont été étudiés avec soin. Dans les deux cas, le planule se forme par délamination excepté chez l'embryon ovipare de la *rhopalura* où l'on voit d'abord une *gastrule* épibolique.

Il résulte de ces recherches embryogéniques que les distencetides doivent occuper la place la plus inférieure dans le groupe des métazoaires. Ils doivent être placés au-dessous des dicyemiens dont l'embryon si complexe indique pour l'adulte une régression due au parasitisme.

Malgré l'appui que les faits signalés ci-dessus paraissent apporter à la théorie de la *planula* formulée par Ray Lankester, M. Giard croit que la forme typique de l'embryon des métazoaires est le *gastrula* par invagination. La *planula* des orthonectida est une forme condensée due à l'existence parasitaire de ces animaux.

M. POURQUIER

Médecin vétérinaire à Montpellier.

LES HYDATIDES; DESCRIPTION ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE LOCALE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 30 août 1879. —

M. Pourquier énumère et décrit les diverses variétés de kystes hydatiques qu'il a recueillis à l'abattoir de la ville; cet observateur a ensuite indiqué les localités voisines de Montpellier où les animaux domestiques sont le plus fréquemment infestés de kystes.

M. Ch. ROUGET
Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR L'ORGANE ÉLECTRIQUE DE LA TORPILLE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Ch. Rouget expose le résultat de ses travaux sur l'organe électrique de la torpille. Contrairement à l'opinion de MM. Boll, Ciaccio, Ranvier, et conformément aux vues de Kölliker et Max Schültre, les plaques nerveuses de la torpille qui terminent les nerfs à action centrifuge des organes électriques sont constitués par deux réseaux, l'un ventral à grandes mailles, l'autre dorsal à mailles serrées. Ces deux réseaux sont réunis par une infinité de cordons nerveux, en sorte qu'une plaque électrique est une espèce d'éponge nerveuse.

Il n'y a donc pas de terminaison par extrémités libres, lesquelles seraient hérissées de petits filaments vus sous forme de pointillé. M. Rouget pense que la terminaison des nerfs électriques décrits par M. Ranvier est due à une illusion d'optique, un simple défaut de mise au point pouvant montrer en coupe optique une apparence analogue à celle décrite par M. Ranvier. M. Rouget a photographié des préparations microscopiques qui, vues au stéréoscope, présentent manifestement la disposition en réseau.

M. Ch. Rouget compare cette terminaison à celle des nerfs moteurs dans les muscles et tend à admettre que les organes électriques sont des masses musculaires atrophiées et incapables de jouer leur rôle physiologique habituel. Les forces organiques, accumulées par la mutation dans les nerfs des organes électriques, ne se transformeraient plus en mouvement, mais bien en électricité. Il n'y a là qu'un cas particulier de transformation de forces organiques en force. cosmiques et point du tout action comparable à celle des bouteilles de Leyde.

DISCUSSION

M. F. Lataste n'a pas la prétention de prendre parti dans un débat qui divise des auteurs considérables. Mais, sans vouloir discuter au fond une question qu'il n'a pas préparée et qui n'est pas actuellement de sa compétence, il croit de son devoir de protester contre les attaques de M. Rouget à l'adresse de son maître, M. Ranvier, dont il peut, depuis plusieurs années, apprécier la prudence et la méthode.

Et d'abord, il ne peut admettre que M. Rouget attribue ce qu'il appelle l'erreur de M. Ranvier à un défaut de *mise au point*. Sans perdre du temps à établir que M. Ranvier est parfaitement à l'abri d'une semblable cause d'erreur, M. Lataste fait remarquer qu'au contraire la *mise au point* est supprimée dans le procédé de M. Rouget. Les photographies que M. Rouget nous montre à l'appui de sa manière de voir et dont il s'est servi comme moyen d'investigation, ne représentent, et assez vaguement, qu'une faible épaisseur de la préparation, et elles sont par suite absolument insuffisantes pour résoudre le

problème en litige, qui consiste à savoir si les dernières ramifications ner veuses sont libres ou anastomosées entre elles. Pour se faire une opinion à ce sujet, il est nécessaire de pouvoir suivre les branches terminales dans une assez grande longueur de leur parcours, et cela s'obtient, comme on sait, en faisant mouvoir la vis micrométrique du microscope, et en mettant au point successif vement les différents plans optiques de la préparation : ainsi l'on peut voir si les derniers rameaux nerveux se terminent librement ou décrivent des anses et reviennent s'anastomoser entre eux.

En second lieu, M. Rouget reproche à M. Ranvier de décrire successivement es préparations obtenues à l'aide de nombreux réactifs. Il convient d'ajouter que M. Ranvier décrit aussi, chaque fois que la chose est possible et utile, le tissu examiné vivant et sans l'addition de réactifs d'aucune sorte; et que même, après cette longue et minutieuse étude descriptive, bien loin de croire sa tâche terminée, il s'aide encore des ressources de la physiologie. Puis, il compare les uns aux autres, discute et synthétise les résultats obtenus à l'aide de ces divers procédés. Il est facile d'établir que la plupart des progrès de l'histologie sont dus à la découverte de réactifs ou de procédés de préparation nouveaux, chaque méthode isolée ayant ses avantages particuliers, mais aussi ses lacunes et ses causes d'erreur. L'examen direct et plus facile du tissu frais n'est pas un procédé plus complet et plus sûr que les autres; il est même, en général, plus imparfait, les images qu'il fournit étant plus fugaces par suite des modifications cadavériques ou morbides qui surviennent aussitôt que le fragment de tissu a été isolé de son milieu physiologique, et plus vagues, tant à cause de l'homogénéité que du défaut de coloration différente des divers tissus. Aussi la patience, la conscience même avec laquelle M. Ranvier, à propos des moindres détails de ses recherches, multiplie ses préparations, beaucoup plus nombreuses et plus variées que ne le peuvent supposer ceux qui ne l'ont pas vu à l'œuvre, est un exemple qu'il est plus facile d'admirer que de suivre. En tous cas, M. Lataste n'aurait jamais soupçonné qu'il y eût là matière aux critiques de M. le professeur Rouget.

M. Lataste ajoute en terminant que M. Ranvier conserve et peut montrer les milliers de préparations qui ont servi à ses recherches, et qui, mieux que des photographies, témoignent de l'exactitude des descriptions et des dessins dont elles ont fait l'objet.

M. VALERY-MAYET

Professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier.

ÉCLOSION DES VERS A SOIE PAR LE FROTTEMENT

(EXTRAIT)

— Séance du 30 août 1879. —

Je tiens à signaler au Congrès une expérience faite ces temps derniers dans

mon laboratoire de l'École d'agriculture, expérience concernant l'éclosion artificielle des œufs de Bombyx mori.

Tout le monde sait que ce lépidoptère dont la chenille est appelée vulgairement ver à soie, est une espèce qui n'a qu'une génération par an. Les œufs pondus au mois de juin n'éclosent qu'au printemps suivant.

Il y a quelques exceptions à cette règle. Certains œufs éclosent, on ne sait pourquoi encore, quinze jours ou trois semaines après la ponte et si le sériciculteur élève ces jeunes vers, il obtient des races qui ont de deux à trois générations par an. On a appelé ces vers bivoltins, et trivoltins, suivant le nombre de générations annuelles.

Jusqu'à ces années dernières, on avait obtenu ces races polyvoltines uniquement par sélection, c'est-à-dire que l'on mettait de côté les vers à éclosion rapide et que l'on en formait des chambrées. Aujourd'hui on a d'autres moyens à sa disposition.

En 1868, M. Duclaux, professeur à l'Institut agronomique et qui était alors professeur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon, fit une expérience fort intéressante. Il prouva que des éclosions nombreuses pourraient être provoquées à volonté par l'hivernation artificielle des œufs de Bombyx mori et que l'action du froid était même absolument nécessaire au développement de la vésicule germinative.

En étendant cette règle à d'autres espèces d'insectes, il est permis de conclure que les hivers exceptionnellement doux doivent compter parmi les forces destructives de la nature.

M. Duclaux n'a pas été si loin dans ses expériences ; mais elles méritent certainement d'être poussées dans le sens que je viens d'indiquer. Le savant professeur s'est borné à faire éclore à volonté des œufs de Bombyx mori en les faisant séjourner deux mois dans une glacière dont la température ne dépassait pas 4 degrés au-dessus de zéro.

Depuis l'expérience de M. Duclaux, un savant italien, M. Barca, a signalé un autre moyen de provoquer des éclosions artificielles. En frottant, dit-il (*Bulletin du Comice agricole de Bergame,* 1870), des œufs, au moyen d'un faisceau de vergettes, on obtient des éclosions nombreuses l'année même de la ponte de ces œufs.

En 1872, au congrès sericicole de Rovereto, l'expérience fut reprise et confirmée par M. Terni, qui s'était servi pour provoquer l'éclosion d'une brosse en racines de bruyère. Un autre savant italien, M. Verson, fit des expériences très sérieuses et détermina d'une façon positive la durée nécessaire du brossage et l'âge que doivent avoir les œufs pour que l'opération réussisse. Il résulte de ses observations que le brossage doit être énergique, durer dix minutes, que les œufs doivent être récemment pondus et que plus la brosse est rude, plus grand est le nombre des éclosions obtenues. M. Verson s'est demandé quelle pouvait être l'action du frottement sur les œufs. Il avait pensé d'abord que la diminution de l'épaisseur de la coque pouvait amener une respiration plus active et hâter ainsi le développement de l'embryon ; mais après des expériences réitérées sur l'amincissement de la coque au

moyen des acides et de la potasse caustique, il a été amené à rejeter complètement cette théorie.

La production d'électricité par le frottement devait venir à sa pensée et c'est ce qui a eu lieu. Il a électrisé des œufs au moyen d'un pinceau métallique mis en communication avec une machine de Holtz et de nombreuses éclosions ont été ainsi obtenues.

D'après un autre savant italien, M. Susani, ce ne serait pas à l'électricité elle-même que seraient dues les éclosions artificielles, mais à une cause inconnue mise en action par le frottement. L'électricité n'agirait dans ce cas que par le frottement de l'air mis en mouvement par elle.

M. Maillot, directeur de la station sericicole de Montpellier, qui a répété les expériences électriques de M. Verson et qui a publié en 1876 un résumé de l'état de la question, ne conclut pas et dit que des expériences nombreuses sont encore nécessaires.

C'est afin d'apporter un peu de lumière sur ce sujet que je viens entretenir le Congrès de l'expérience que j'ai faite personnellement le mois dernier.

Les premiers jours de juillet, 30 femelles de Bombyx mori ont été mises sur un carton. Quelques jours après la fin des dernières pontes, le 12 juillet, j'ai coupé en deux le carton couvert d'œufs et j'ai brossé moi-même pendant dix minutes, au moyen d'une brosse dite de chiendent, chacune des moitiés du carton.

Pendant l'opération, l'une était placée sur une table de bois, mes pieds reposant directement sur le plancher et l'autre était tenue sur une plaque de verre, mes pieds reposant sur une seconde plaque de même matière.

Le 23 juillet les deux cartons ont été mis dans la couveuse, et dès le 1er août les éclosions ont commencé.

Le carton frotté sur verre m'a fourni les premiers vers éclos. Du 1er au 8, le nombre des éclosions journalières a été en augmentant et du 8 au 12 en diminuant. Le 12, le nombre total des éclosions s'élevait à 120 et au delà de cette date aucune ne s'est produite.

Pour le carton frotté sur bois, je n'ai eu les premiers vers que le 4, le 13 les éclosions étaient terminées et le nombre total n'a pas dépassé 40.

On peut, je crois, conclure de cette expérience que l'action du brossage est bien une action électrique, elle apporte, dans tous les cas, une preuve de plus en faveur de cette hypothèse.

Les vers à soie dont je viens de vous entretenir sont dans mon laboratoire, ils viennent de sortir de la troisième mue et chacun de vous pourra les voir à la visite qui sera faite lundi par le Congrès à l'École d'agriculture.

H. ROUZAUD

Élève à la Faculté des sciences de Montpellier

MÉMOIRE INTÉRESSANT L'ANATOMIE, L'HISTOLOGIE ET LA PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL GÉNÉRATEUR DU « ZONITES ALGIRUS »

— *Séance du 30 août 1879.* —

Grâce à la bienveillante hospitalité que j'ai reçue au laboratoire du professeur Sabatier, j'ai pu, pendant l'automne dernier (1878), disséquer minutieusement le *Zonites algirus*, gastéropode terrestre très abondant à Montpellier.

Je n'ai pas tardé à voir que l'histoire de l'appareil générateur de cet animal était encore incomplète et que bien des points intéressants étaient demeurés inconnus; j'expose ici celles de mes observations qui m'ont paru nouvelles. Elles ont porté sur les points les plus différents de l'appareil : afin de les coordonner toutes et d'en rendre la lecture plus facile, je vais donner un tableau sommaire des diverses parties, lequel pourra, jusqu'à un certain point, servir d'explication à la planche annexée à mon travail :

Tableau des diverses parties de l'appareil générateur du *Zonites algirus*.

I. Organes hermaphrodites.	Glande hermaphrodite : *a* (fig. 6).
	Canal efférent : *b* (fig. 6).
II. Organes mâles.	Gouttière déférente (invisible dans les figures ; elle est cachée par les
	Glandes annexes de la gouttière déférente : E, *e* (fig. 3, 5, 6).
	Canal déférent (partie étroite) : *f*, F (fig. 3, 4, 5, 6).
	Canal déférent (partie large) : *g*; *g'g''g'''* (fig. 3, 4, 5, 6).
	Pénis : P, *pp'* (fig. 3, 5, 6).
	Tunique externe du pénis : K, K' (fig. 3, 4, 5, 6).
	Muscle rétracteur du pénis : *m*, M (fig. 3, 4, 5, 6).
III. Organes femelles.	Glande de l'albumine : *c*, C (fig. 6).
	Utérus ou matrice ou Oviducte : *d*, D (fig. 3, 5, 6).
	Col de l'utérus : *h* (fig. 3, 6).
	Vagin et glandes annexes : *n*, N (fig. 3, 5, 6).
	Réceptacle séminal : *l* (fig. 3, 5, 6).

L'organe copulateur de l'animal qui fait l'objet de cette étude présente des dispositions assez différentes de celles qu'on rencontre dans le

pénis des *Helix*; ici, point de verge perforée et retirée dans une gaîne, point de flagellum : un simple élargissement du canal destiné à amener la semence constitue le pénis. Cet organe nous apparaît donc comme une différenciation de la portion périphérique du canal déférent. Cette signification morphologique du pénis du *Zonites* est d'une grande importance car, généralisée comme elle doit l'être, elle permet de comparer tous les organes copulateurs des *Helicinæ* et de déterminer les homologies des diverses parties accessoires. Le tableau suivant des parties homologues chez le *Zonites algirus* et l'*Hélix pomatia* est basé sur cette donnée positive :

ZONITES.		HÉLIX.
Pénis en doigt de gant	=	Gaîne du pénis.
Canal déférent (partie large)	=	Verge perforée ? (1).
Canal déférent (partie étroite)	=	Canal déférent.
Tunique externe du pénis	=	o o o
o o o	=	Flagellum.
Muscle rétracteur	=	Muscle rétracteur.

Le pénis du *Z. algirus* est une sorte de doigt de gant susceptible de se retourner totalement à l'extérieur; sa paroi est une. Dans le voisinage de son extrémité aveugle on voit l'insertion d'un muscle destiné à faire rentrer l'organe retourné au dehors. Vers le même point et latéralement, la portion large du canal vient faire suite au pénis (Pl. XI, fig. 3); c'est dans cette portion élargie que se forme le spermatophore (2).

A la base du pénis et l'entourant extérieurement, on voit une tunique musculaire membraniforme, épaisse en bas et plus mince vers le haut, qui se termine en pointe et va s'insérer sur le canal déférent au point où celui-ci s'élargit : K, K′ (fig. 3). Les relations de cette tunique avec le canal déférent ont été méconnues jusqu'à ce jour ainsi que l'importance de son rôle dans les phénomènes de copulation.

M. H. Sicard (3) qui a figuré dans sa thèse l'appareil générateur du *Zonites algirus*, fait se terminer circulairement cette tunique au point où elle reçoit le nerf K″ (fig. 3). Il dit en outre (4) : « Cette membrane, se repliant sur elle-même à la base de l'organe, forme là un cul-de-sac ; elle vient ensuite s'appliquer sur la face externe du pénis, auquel

(1) Pour connaître la nature de cette verge perforée de l'*Hélix pomatia*, il faudrait en avoir suivi le développement; alors seulement on pourrait affirmer qu'elle correspond à la partie large du canal déférent du *Zonites algirus*, ou qu'elle constitue un organe indépendant né, par exemple, de la gaîne du pénis à la manière d'un bourgeon.

(2) E. Dubrueil : *Etud. anat. et histol. sur l'ap. gén. du genre* Hélix, p. 40.

(3) *Recherches anat. et histol. sur le* Zonites Algirus. Paris, 1874, fig. 57.

(4) *Recherches anat. et histol. sur le* Zonites Algirus. Paris, 1874, p. 79.

elle est unie dans la partie inférieure par du tissu cellulaire, *tandis que plus haut elle se confond avec lui et n'en peut pas être détachée.* » Relevons une erreur anatomique dans cette phrase et disons que la tunique de la base du pénis n'a des adhérences qu'avec la base de l'organe copulateur et le canal déférent, *sur tout le reste de son parcours elle est complètement libre et distincte du pénis* K (fig. 3).

J'ai nommé cet organe *tunique externe* du pénis, bien qu'il soit connu sous le nom de *gaîne rudimentaire :* on ne doit pas l'appeler *gaîne* afin de ne pas créer une confusion avec la *gaîne* du pénis des *Hélix* qui est un organe complètement différent ; on doit également abandonner la qualification de rudimentaire, parce que ce n'est pas une formation atrophiée et qu'elle joue un rôle capital dans le mécanisme de l'érection.

Voyons maintenant quelles sont les dispositions histologiques que l'étude microscopique du pénis pourra nous révéler.

M. H. Sicard (1) se contente de dire : « La structure de l'organe copulateur est essentiellement musculaire, et les fibres qui le composent ont, les unes une direction longitudinale, les autres une direction transversale »; je crois devoir approfondir l'étude de cette structure.

J'ai pratiqué des coupes dans la direction transversale π (fig. 3), et j'ai obtenu des rondelles (fig. 1) composées de plusieurs tissus concentriques A, B, C, K; le reste de la figure marqué en noir étant la cavité du doigt de gant ou pénis.

A est la région la plus interne, celle qui sera au dehors pendant l'érection; elle est de nature conjonctive et représente pour moi une formation dermique. Les cellules qui la composent sont petites, arrondies et lui donnent, au microscope, une teinte obscure *c* (fig. 2). Cette matrice dermique a d'abord sécrété une cuticule *e* (fig. 2) et ensuite des épines (chitineuses?) *d* (fig. 2) qui ont soulevé cette dernière. Les épines sont en forme de cône creux, à large base et à sommet dirigé en arrière dans le pénis évaginé (fig. 4 et 5).

B est une première zone exclusivement musculaire composée de *gros et nombreux* faisceaux de fibres longitudinales *b* (fig. 2), séparés par *quelques* fibres circulaires *a* (fig. 2).

C'est encore une région musculaire contenant de *petits et rares* faisceaux de fibres longitudinales *g* (fig. 2) séparés par de *nombreuses* fibres circulaires *f* (fig. 2).

La tunique externe du pénis possède une structure absolument identique à cette dernière région, et, vu ses connexions avec la base du pénis

(1) Loc. cit.

et le canal déférent, semble avoir pris naissance par une délamination circulaire de la région externe du pénis (V. fig. 3). Cette séparation a dû être acquise par la forme ancestrale, c'est-à-dire avoir son origine dans la phylogénèse plutôt que dans l'ontogénèse des *Zonites*.

Jusqu'au point où cette tunique reçoit le nerf K″ (fig. 3), la prédominance des fibres circulaires est visible même à l'œil nu ; mais à partir de ce point, les fibres circulaires diminuent, les faisceaux longitudinaux *g* (fig. 2) se réunissent et constituent la région K′ qui va s'insérer sur la portion *g′* (fig. 4 et 5) du canal déférent. Les fibres longitudinales de cette région K′ se continuent avec celles de même direction qui entrent dans la composition de la paroi externe de ce canal.

Les faits anatomiques qui précèdent sont venus compléter mes observations sur les animaux vivants, et m'ont permis de saisir le mécanisme de l'érection, question physiologique intéressante, un peu négligée jusqu'à ce jour, et que j'ai l'intention d'étudier chez d'autres gastéropodes.

Je rappelle en passant et dans l'intérêt du lecteur, que l'appareil génital des pulmonés est tout entier contenu dans la cavité générale du corps, que ses parties profondes sont seules appliquées contre l'enveloppe dermo-musculaire, tandis que les parties périphériques sont libres dans la portion antérieure de cette cavité. Cette dernière est en libre communication avec les lacunes où les artérioles déversent leur contenu et, par conséquent, remplie de sang.

Cela dit, le pénis étant dans sa position de repos, c'est-à-dire retiré en dedans et maintenu dans cette position par le muscle rétracteur *m* (fig. 3), voyons comment s'opèrent les divers temps de l'érection.

Quand l'animal veut faire saillir au dehors son organe copulateur, il contracte son enveloppe dermo-musculaire tout entière et fait subir au sang contenu dans la cavité générale une pression qui doit être considérable. J'ai, en effet, piqué avec une aiguille la région du cou de deux *zonites* au moment où ils préludaient à leurs amours et ai vu le sang jaillir, à travers l'enveloppe du corps, avec une force inaccoutumée. Dans cet état de compression, les fibres qui composent les tissus du pénis et du muscle rétracteur perdent leur tonicité ordinaire et le doigt de gant devient lâche. Le sang est alors poussé avec force dans l'espace circulaire qui sépare la tunique K de la paroi externe du pénis *p* (fig. 3) ; celui-ci, devenu apte à obéir à une force le poussant au dehors, sort par dévagination graduelle, et les parties qui sortent les premières sont celles situées à la base du pénis. La poussée du liquide sanguin continuant à s'exercer, le pénis se retourne totalement en entraînant avec lui le canal déférent et distendant outre mesure le muscle rétracteur ; l'organe copulateur a alors l'aspect des figures 4 et 5, l'érection proprement dite est complète et le pénis plein de sang.

Mais la tunique K n'a pas suivi le pénis dans sa sortie à l'extérieur, elle est restée dans sa position normale (fig. 4 et 5); cette tunique contient alors la partie large du canal déférent, laquelle renferme le spermatophore dont les sculptures s'aperçoivent par transparence dans les régions *g'* et *g''* (fig. 4).

Sous l'influence d'une action nerveuse, conduite sans doute par le nerf K'', cette tunique K se contracte, s'applique exactement sur la périphérie du canal déférent et emprisonne ainsi dans le pénis une certaine quantité de sang à la pression primitive. Au moyen de cette heureuse disposition, l'érection est continue sans que l'animal contracte, pendant toute la durée de la copulation, son enveloppe générale. Ayant alors piqué la partie antérieure du corps de l'animal, j'ai pu constater que le sang ne sortait plus avec la même force que précédemment, ce qui prouve le relâchement de l'enveloppe dermo-musculaire.

L'accouplement étant réciproque, à mesure que les deux individus destinés à se féconder acquièrent l'état d'érection que je viens de décrire, ils introduisent, par des mouvements calculés, les organes mâles dans la région femelle qui leur est directement opposée.

Cette région est le vagin *n* que j'ai représenté ouvert dans la figure 5 et qui est normal (fig. 3 et 6). Les deux pénis, à mesure qu'ils se retournent, avancent graduellement dans le manchon *n*; leur extrémité *p'*, en forme de gland, le dépasse bientôt et pénètre dans la base de la poche copulatrice *l* (fig. 3, 5, 6) jusqu'au niveau où celle-ci se dilate.

Les épines dont le pénis est armé facilitent son introduction en l'empêchant de retourner en arrière.

Une fois que le pénis a pénétré dans la base du réceptacle séminal, la portion dilatée du canal déférent, dont les parois sont musculaires, chasse en avant, par ses contractions, le spermatophore qu'elle contient. Celui-ci sort latéralement par l'ouverture *g'''* du pénis évaginé (fig. 4 et 5), où vient déboucher le canal déférent. L'examen de la figure 4 montre que le rôle de la partie K' de la tunique du pénis est d'empêcher le canal déférent de se retirer en arrière quand il dégorge son spermatophore; cette partie K' est une sorte de frein dont on comprend l'utilité.

Le spermatophore sort donc et vient se placer dans la portion dilatée du réceptacle séminal, dans une position parfaitement décrite par M. E. Dubrueil.

Les rapports de position des organes mâles et femelles pendant l'acte sexuel m'ont paru une question intéressante; Cuvier avait cherché à les connaître, et s'exprime ainsi dans son mémoire sur *la Limace et le Colimaçon* : « Quant à la verge, il est probable qu'elle pénètre dans le canal de la matrice, ou au moins vis-à-vis de son issue, dans celui de la vessie (réceptacle séminal, poche copulatrice). Les rapports de longueur

avec le canal de la vessie m'ont fait soupçonner autrefois que c'est ce dernier qui est destiné à la recevoir. On ne pourrait vérifier cette conjecture qu'en mutilant avec adresse deux colimaçons accouplés; mais cette opération me paraît bien difficile, et je ne l'ai point tentée (1). »

Cuvier a jugé extrêmement difficile l'opération qui consisterait à mutiler deux colimaçons accouplés, et cela se comprend ; ses recherches ont eu pour sujet l'hélice vigneronne *(H. pomatia)*, dont la verge est unie et ne possède point d'armature la fixant, au moins pour un certain temps, au vagin de l'individu opposé. Sous ce rapport, le *Z. algirus* est une espèce bien plus commode ; il m'a été facile de disséquer deux individus tués pendant l'accouplement, sans changer en rien la position réciproque des organes génitaux. Pour cela, j'ai plongé assez rapidement dans l'eau bouillante deux *Zonites* accouplés, et leur mort a été instantanée ; l'eau chaude avait seulement contracté l'enveloppe générale sans atteindre les viscères. Ceux-ci, disséqués sous l'eau froide, avaient absolument l'aspect et les dimensions des pièces extraites d'individus étouffés par le procédé ordinaire. J'ai pu isoler les deux appareils, dessiner sur nature la figure 6, et constater quatre fois sur quatre couples sacrifiés, la pénétration du pénis dans la partie inférieure du réceptacle séminal.

Le pénis se retirant en abandonnant le spermatophore, il arrive un moment où il ne pénètre plus que dans le vagin ; à ce moment le spermatophore est presque entièrement sorti du pénis.

L'examen de la figure 6 achèvera de montrer au lecteur les rapports des deux appareils.

Le réceptacle séminal, dit aussi poche copulatrice, est constitué par un tube aveugle à son sommet libre, et dont la partie médiane est renflée en forme de panse. MM. E. Dubrueil et Sicard s'accordent fort bien sur la structure histologique de cette poche, mais le premier affirme qu'elle est tapissée intérieurement par un épithélium cilié, tandis que le second nie l'existence de cils vibratiles dans le même organe. J'ai cherché à éclaircir ce point ; le résultat de mes recherches est qu'il existe un épithélium cilié dans la seule portion du réceptacle séminal située entre le vagin *n* et la panse de ce même réceptacle (région ouverte dans la fig. 5). Cet épithélium peut s'enlever comme une fine membrane et présente un aspect des plus riches.

La figure 8 représente un grand lambeau de cet épithélium à un faible grossissement (30 diamètres) ; ce lambeau a été retiré de la partie inférieure du réceptacle séminal située au dessus de *o* (fig. 5). On remarque

(1) Cuvier. — *Mém. pour servir à l'anat. des mollusques.*

que cet épithélium est plissé et que les plis qu'il présente sont convergents ; ces plis, véritables élévations, sont séparés par des sillons ou vallées. Les vallées *b* (fig. 8 et 9), convergent vers une autre collectrice à peu près médiane *a* (fig. 8), laquelle vient déboucher au-dessus de l'orifice *o* (fig. 5 et 9) de l'oviducte ou utérus.

Toutes les cellules qui composent cet épithélium sont ciliées, mais on ne peut apercevoir les cils lorsqu'on regarde perpendiculairement la membrane épithéliale; les cils ne sont visibles que de profil et ne se laissent apercevoir que sur le contour inférieur des élévations *d* (fig. 9). Ils forment là une couche très régulière séparée du reste de l'élévation par une zone claire ; les vallées sont toujours uniformément claires et bien délimitées.

Le rôle de cette membrane me paraît important. Au fur et à mesure que s'opère la dissolution du spermatophore dans le réceptacle séminal, les spermatozoïdes sont mis en liberté ; les vallées dont la membrane est munie doivent les recueillir et les conduire jusqu'à la vallée collectrice *a* (fig. 8) qui les dirige vers l'ouverture *o* (fig. 5 et 9) du col de l'oviducte. Les cils vibratiles doivent singulièrement concourir à ce résultat et aider la progression des éléments mâles vers l'utérus et les ovules qu'il renferme ou renfermera.

Le muscle rétracteur du pénis est remarquable par la longueur considérable qu'il peut acquérir sous l'influence d'une traction exercée dans le sens de sa longueur. Dans l'état de repos, ce muscle ne mesure pas plus de 7-8 millimètres *m* (fig. 3); distendu pendant l'érection, il arrive à avoir une longueur de 30 à 35 millimètres *m* (fig. 4). Il ne perd pas pour cela la propriété de se contracter énergiquement, car, dès que l'érection cesse, il fait rentrer le pénis dans la cavité du corps ; les parties du pénis qui rentrent les premières sont celles du sommet *p'* (fig. 5), où s'insère le muscle rétracteur. C'est le contraire de ce que nous avons vu pour la sortie du même organe.

Cette manœuvre renverse le sens des épines dirigées primitivement en arrière, les fait se coucher graduellement dans la cavité du pénis et permet à la séparation des individus accouplés de s'opérer sans douleur. Il est remarquable de voir qu'à la sortie de l'organe copulateur, les épines effectuent une manœuvre inverse et se fixent, de bas en haut, dans les parois du vagin. La figure schématique 7 de ma planche rend compte de ces mouvements des épines pendant la pénétration du pénis dans le vagin et pendant son retrait.

Le muscle rétracteur du pénis n'étant pas du tout une dépendance du muscle de la columelle puisqu'il s'insère sur le plancher de la poche pulmonaire, constitue un organe distinct et différent des muscles rétracteurs du pharynx, des tentacules, du pied, etc.; il est, en outre sus-

ceptible de s'allonger d'une manière extraordinaire. Toutes ces considérations m'avaient conduit à penser que cet organe pouvait être un faisceau de tissu élastique et non un vrai muscle (un faisceau de cette nature eût d'ailleurs parfaitement suffi), mais les préparations que je dois à l'amitié de M. Amans, de l'École de médecine, m'ont prouvé que ces prévisions n'étaient pas fondées. D'un autre côté, M. le professeur Sabatier m'a signalé des faits très curieux d'allongement considérable de vrais muscles, entre autres celui des faisceaux musculaires de la paroi stomacale de plusieurs serpents.

La tunique externe du pénis se retrouve dans le genre *Limax* (1), seulement elle n'est pas, là, en relation avec le canal déférent. La présence de cette tunique n'est pas le seul caractère qui soit commun à ces deux genres; les analogies de la mâchoire, de la forme des glandes salivaires, du réceptacle séminal sans diverticulum, des glandes annexes en manchon du vagin, l'absence des poches à dard, etc., semblent établir une parenté prochaine.

Des rapports analogues entre les *Hélix* et les *Arion* tendent à me faire admettre les conclusions suivantes :

1° Le genre *Zonites* (dont il faudrait peut-être exclure des espèces créées sur les ressemblances fugaces de la coquille) ayant pour type le *Zonites algirus*, est un genre autonome et bien caractérisé ;

2° Ce genre est d'origine aussi ancienne que le genre *Hélix* ;

3° Les genres *Limax* et *Arion* pourraient bien être des groupe saberrants, plus récents, détachés, le premier des *Zonites*, le second des *Hélix*.

J'ai dit plus haut que la tunique externe des *Zonites* avait été acquise par la forme ancestrale, à cause de sa présence chez les *Limax*. Quoi qu'il en soit, je crois que des recherches anatomiques et embryogéniques sérieuses pourraient nous éclairer sur l'origine et la parenté plus ou moins prochaine des genres de pulmonés que nous savons seulement provenir en bloc de gastéropodes aquatiques adaptés à la vie aérienne.

DISCUSSION.

M. Sabatier fait remarquer que la localisation de l'action musculaire nécessaire à l'érection, dans la gaîne décrite par M. Rouzaud chez le *Zonites*, est un perfectionnement relativement aux autres mollusques gastéropodes, chez lesquels l'érection est le résultat de la contraction de toute l'enveloppe musculaire de l'animal. On sait que chez les animaux supérieurs, l'action érectile se localise et se circonscrit nettement à quelques appareils musculaires dont le rôle et les connexions sont bien déterminés.

(1) Ou tout au moins dans les espèces que j'ai disséquées.

M. FERNAND LATASTE

Répétiteur à l'École des hautes études.

SUR L'ACCOUPLEMENT DES OPHIDIENS

Séance du 30 août 1879.

La communication de M. Rouzaud me remet en mémoire une petite observation que j'ai faite il y a plusieurs années, et que je n'ai pas eu occasion de publier encore.

Chacun connaît le double pénis des ophidiens. Qu'on se représente un doigt de gant, développé dans l'érection, invaginé pendant le repos. Pendant l'érection, les épines cornées qui garnissent le pénis et dont la pointe est dirigée en arrière empêchent cet organe de glisser au dehors du cloaque de la femelle et maintiennent ces animaux accouplés, quel que soit leur enlacement, et malgré les mouvements provoqués par le spasme vénérien. On conçoit l'utilité d'une semblable disposition chez des animaux qui n'ont pas de membres pour se fixer l'un à l'autre ou sur le sol.

On croyait, et moi-même j'ai écrit dans ma *Faune de la Gironde*, que les sexes ne pouvaient se séparer sans douleur, le pénis du mâle ne pouvant être retiré au dehors du cloaque de la femelle sans en blesser et déchirer la muqueuse. Il en serait ainsi si la séparation avait lieu pendant l'érection. Mais à mesure que cesse celle-ci, le pénis s'invagine du sommet à la base, et ses épines, successivement retirées, viennent se coucher dans le sac pénial où elles se montrent la pointe dirigée vers l'orifice. Quand il n'y a plus d'érection, le pénis a disparu dans sa gaîne, et les deux sexes sont libres.

On peut, sous le rapport de la fonction, rapprocher les épines cornées du pénis des ophidiens de l'intumescence basilaire du pénis du chien. Grâce à l'une comme à l'autre de ces dispositions, le même but est atteint, le coït, une fois commencé, a une durée égale à celle de l'érection. Cette durée doit être assez longue chez le chien. Chez cette espèce, en effet, l'éjaculation a lieu par petites doses et successivement, comme j'ai pu m'en assurer en séparant violemment des chiens qui venaient de s'accoupler (dans ce cas l'érection et l'éjaculation se prolongeaient aussi longtemps à peu près qu'eût duré l'accouplement). Aussi, sans une forme spéciale du pénis, une partie du liquide spermatique eût pu être répandue en dehors des organes génitaux de la femelle. Chez les

ophidiens, je ne sais si l'éjaculation est brève ou prolongée; mais sans les épines du pénis, les cloaques des deux sexes ne seraient souvent plus en contact au moment du spasme, et le sperme serait perdu pour la fécondation.

M. P. LANNEGRACE

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier

SUR LE SANG DE L'AXOLOTL ET DES BATRACIENS

— Séance du 30 août 1879. —

M. JOBERT

Professeur à la Faculté des sciences de Dijon.

SUR LE ROLE DES RENFLEMENTS ŒSOPHAGIENS DU TÉTRAODON

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. DURAND

à Arsac, près Rodez.

OSTÉOLOGIE COMPARÉE DU MEMBRE THORACIQUE

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. Durand expose ses recherches sur l'ostéologie comparée du membre thoracique et la torsion humérale. Il croit que cette dernière n'est point virtuelle, comme plusieurs l'ont prétendu, mais bien réelle. Cet auteur part du membre antérieur des cétacés qu'il considère comme la forme primitive du membre antérieur des mammifères; il note l'amplitude toujours croissante de la torsion humérale depuis les reptiles et les cétacés jusqu'aux primates en passant par les monotrèmes, les marsupiaux, les pinnipèdes, les cheiroptères, etc., etc. Il affirme à nouveau que la torsion humérale est bien une torsion réelle dans toute la rigueur du terme.

DISCUSSION

M. Sabatier dit que M. Durand se met en opposition complète avec les principes les mieux établis de la science actuelle en considérant les cétacés comme l'état primitif des mammifères. — Quant à la torsion humérale, M. Sabatier dit que ses dernières recherches lui ont prouvé que toute torsion humérale, soit virtuelle, soit réelle, est une illusion. La prétendue torsion humérale est simulée par un déplacement de la surface articulaire centrale de l'humérus par rapport à l'axe de cet os. Au début, c'est-à-dire chez l'embryon et les formes adultes qui ont conservé les dispositions embryonnaires, la tête articulaire centrale de l'humérus est dans le prolongement de l'axe ; si le coude se porte contre le corps et en arrière, la surface articulaire se développe latéralement, par rapport à l'axe huméral. M. Sabatier dit que les mémoires qu'il publie en ce moment feront voir cette question sous son jour véritable.

M. de LACAZE-DUTHIÈRS

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences de Paris.

LE LABORATOIRE DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE DE ROSCOFF.

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. de Lacaze-Duthiers entretient la section de zoologie des améliorations nombreuses qui ont été apportées à la station maritime de Roscoff. Le nombre des étrangers et des Français qui y ont travaillé en 1879 est de vingt-quatre. Parmi les étrangers, il faut compter un Anglais, trois Belges, deux Hollandais, un Suisse, deux Roumains, un Serbe et un Égyptien.

M. de Lacaze-Duthiers tient surtout à remercier l'Association des deux allocations qu'elle lui a accordées personnellement. Une première de 600 francs lui a permis de conserver un matelot pendant tout un hiver et d'obtenir de l'administration qu'un gardien fût nommé pour surveiller les laboratoires, pour les ouvrir aux travailleurs pendant toute l'année et faire des envois d'animaux vivants aux différents établissements d'instruction publique. La seconde était la plus forte, elle s'élevait à 1,500 francs ; elle a servi à acquérir une embarcation d'un assez fort tonnage ; six tonneaux environ. Les dragages sont devenus depuis cette acquisition infiniment plus fructueux et permettent d'obtenir de nombreux sujets de travaux.

M. GIARD
Professeur à la Faculté des sciences de Lille.

SUR UN CHAMPIGNON PARASITE DU CHIRONOMUS RIPARIUS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. GIARD
Professeur à la Faculté des sciences de Lille.

SUR LA CROISSANCE DU VER SOLITAIRE (TÆNIA MEDIOCANELLATA)

(EXTRAIT)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Giard a étudié la couche dite des cellules granuleuses (granulosa-zellen) qui apparaît dans l'œuf des ascidies avant la segmentation. Les cellules de cette couche ont été considérées par Monolevski comme provenant du follicule d'où elles émigreraient à l'intérieur du vitellus pour en ressortir ensuite. Kupffer les croit formées par formation libre à la surface des vitellus. Semper les compare aux globules polaires des autres animaux. Enfin H. Fol les fait dériver de la vésicule germinative.

M. Giard combat ces diverses opinions : il admet bien avec Monolevski que les cellules granuleuses proviennent du follicule ; mais une fois arrivées dans le vitellus, les cellules émigrées ne restent pas inactives, leur noyau se fractionne en deux, quatre, six noyaux secondaires, les cellules plurimuliées se rapprochent alors de la surface des vitellus et émettent leurs noyaux qui constituent les cellules granuleuses proprement dites.

M. Giard rapproche ces phénomènes de ce qui a été vu par Pflüger et Henset sur l'œuf des vertébrés supérieurs. C'est un nouveau point de contact entre ces animaux et les Tuniciens.

M. le Dr ROUSTAN
Professeur agrégé à la Faculté de Montpellier.

KYSTE HYDATIQUE CONGÉNITAL DANS LA RÉGION TEMPORALE

Séance du 3 septembre 1879.

L'observation suivante m'a paru très intéressante à plusieurs points de vue : 1° le siège de la tumeur à la région temporale; 2° l'existence de la tumeur au moment de la naissance; 3° l'absence de liquide autour des échinocoques; 4° la méthode opératoire que j'ai suivie pour en débarrasser le malade; 5° enfin la probabilité d'une tumeur semblable, également congénitale, chez un frère de mon opéré. Je n'ajouterai aucune réflexion à l'observation, me réservant de revenir plus tard sur ce fait pour expliquer sa pathogénie et pour concilier les données scientifiques avec ce qu'il présente de plus anormal.

Antoine Valentin, âgé de 45 ans, d'une forte constitution, d'un tempérament lymphatique sanguin, a eu des accès de fièvre intermittente et une pleurésie droite. (Il est propriétaire à Castrie.)

Lundi 9 mai il vient me consulter pour une tumeur de la grosseur d'une orange siégeant à la tempe gauche. Le malade m'affirme qu'elle date de sa naissance; elle était alors de la grosseur d'un grain de raisin. Dans sa famille, on l'avait remarquée surtout à cause de la tumeur que son frère portait au même endroit. Depuis, elle a grossi petit à petit, mais très lentement, jusque il y a six mois, époque à laquelle le développement accélère sa marche, en même temps qu'il se manifeste des douleurs s'irradiant vers le front et le sommet de la tête. Petit à petit, les dents se sont resserrées, de sorte qu'il peut difficilement ouvrir la bouche : à peine si on peut passer un doigt entre les dents, en exagérant les douleurs profondes dont nous avons parlé. Il n'a jamais souffert ni de l'oreille ni des dents, ni de l'œil; les fonctions du trijumeau et du facial sont normales.

Examen physique. — La peau n'est pas adhérente à la tumeur, elle n'est ni rouge ni chaude ; ne présente aucune dilatation veineuse, pas de pulsations, pas de bruit de souffle à l'auscultation, pas de frémissement hydatique. Je puis affirmer ce dernier fait, d'autant plus que je l'ai fait vérifier aux élèves qui m'accompagnaient pour l'opération. Les ganglions voisins ne sont pas engorgés, la glande parotide est normale, le canal de Stenon n'est pas comprimé, la tumeur est demi molle et on

trouve une fausse fluctuation, elle est arrondie, de la grosseur d'une orange. Je fais une ponction exploratrice qui ne donne qu'une goutte de sang. Le malade veut essayer un traitement médical avant de se décider à l'opération. Je prescris l'iodure de potassium à l'intérieur et l'iodure de plomb sur la grosseur.

Il revient le 20 mai décidé à me laisser faire : je fais l'opération assisté de plusieurs élèves. D'un coup de bistouri je partage la tumeur en deux par une incision parallèle à l'artère temporale superficielle. Quel est mon étonnement en trouvant une tumeur hydatique : je fais sortir les échinocoques par le raclage avec les doigts et avec une spatule. La tumeur siégeait dans la fosse temporale entre l'os et le muscle ; elle descend sous l'arcade zygomatique. J'excise une portion de la poche ; je suis obligé d'en laisser une grande partie ; les échinocoques n'étaient point séparées par le liquide. Effrayé par la profondeur et l'irrégularité de la cavité que je venais de creuser, je comprime fortement une éponge sur la région, je l'enlève le lendemain ; avec une sonde cannelée, je décolle la plaie jusque dans sa profondeur afin de laisser suppurer ; la guérison est obtenue avec complète cicatrisation au quinzième jour. Avant de laisser partir le malade, je m'assure que le foie n'est pas malade et que l'on ne trouve aucun signe pouvant faire soupçonner une tumeur hydatique dans un point quelconque.

Sa mère est morte folle, son père est mort d'une pleurésie, ses trois sœurs n'ont rien de pareil.

Il a perdu son frère aîné d'une tumeur siégeant comme la sienne dans la région de la tempe gauche ; il donne des détails très précis sur la marche de la tumeur de son frère. D'après lui, elle aurait été congénitale comme la sienne, se développant lentement de la naissance à 45 ans, de la grosseur d'un grain de raisin à la grosseur d'une orange. A ce moment la tumeur aurait eu un développement plus rapide, à tel point que le gonflement aurait envahi le front et que la tête serait devenue énorme. Elle ne s'est jamais ulcérée ; on n'a jamais fait qu'un traitement médical. A la fin, il a présenté des phénomèmes cérébraux : une gêne de la parole, probablement de l'aphasie, paralysie incomplète après une première attaque, délire, affaissement. Mort au milieu des plus vives douleurs avec une tête énorme, assez rapide pour être attribuée à une deuxième attaque.

Les échinocoques ont été examinées dans les laboratoires de la Faculté des Sciences et dans ceux de la Faculté de Médecine ; on retrouve tous les caractères décrits pour ces tumeurs. Les crochets en particulier sont excessivement nombreux. Je présente un tube qui renferme une cinquantaine d'échinocoques.

MM. FREDERICQ et VANDEVELDE

TRAVAUX DE ZOOLOGIE EXÉCUTÉS AU LABORATOIRE DE ROSCOFF

(EXTRAIT)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

MM. Fredericq et Vandevelde ont pu, grâce à l'heureuse installation du laboratoire de zoologie expérimentale, compléter à Roscoff l'étude physiologique des muscles et des nerfs du homard qu'ils avaient commencée à Gand l'hiver précédent. Ils ont étudié à l'aide de la méthode graphique (myographe analogue à celui de du Bois-Reymond), les phases de la contraction musculaire dans les muscles de la queue du homard. Ils ont constaté une similitude complète entre les divers stades de la secousse musculaire du muscle du homard et du muscle du mollet de la grenouille.

Ils ont déterminé par la même méthode la vitesse de propagation de l'excitation motrice dans le nerf qui anime le muscle fléchisseur du doigt mobile de la pince du homard. Cette vitesse varie de 6 à 12 mètres par seconde, d'après la température du nerf en expérience (+ 11° à + 19° centigrades). Elle est donc bien inférieure à celle que Helmholtz et d'autres expérimentateurs ont trouvée pour les nerfs de la grenouille et de l'homme (30 mètres environ).

Les muscles de la lanterne d'Aristote de l'*Echinus sphaera*, ceux du manteau de l'*Octopus vulgaris* se rapprochent davantage au point de vue physiologique des muscles lisses des vertébrés.

M. MARION

Professeur à la Faculté des sciences de Marseille.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DES CORMILARIENS

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. MARION

Professeur à la Faculté des sciences de Marseille.

SUR LES MODIFICATIONS DE TAILLE OBSERVÉES CHEZ LES INVERTÉBRÉS DRAGUÉS A DE GRANDES PROFONDEURS

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. Jules LICHTENSTEIN

De Montpellier.

SUR LA GÉNÉRATION DES PUCERONS.

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. Lichtenstein expose ses idées sur la génération des pucerons.

Après de longues années d'observations, frappé du fait que, tandis que les femelles des insectes de tout ordre portent des œufs très nombreux d'où naissent des mâles et des femelles, un groupe d'Homoptères très particuliers, des genres anciens *Pemphigus*, *Tetraneura*, *Phylloxera*, etc., offrent des femelles ne donnant qu'un œuf unique, l'orateur propose d'en former une famille à part qui sera celle des *Homoptères monoones*.

Cet œuf, comme celui de tous les aphidiens en général, a de plus le caractère de renfermer, sous une seule enveloppe, les organismes qui doivent fournir les individualités sexuées mâle et femelle, après une série plus ou moins longue de transformations.

Partant de l'idée que le cycle biologique d'un insecte, à partir de l'œuf pondu par la femelle fécondée, n'est complet que quand on retrouve cette même forme de femelle apte à la fécondation, M. Lichtenstein ne regarderait que comme des formes larvaires intermédiaires les divers états qui se succèdent entre ces deux extrêmes.

Les premières expériences ont porté sur le Phylloxera du chêne *Phylloxera quercûs*, Boyer de Fonscolombe.

L'œuf fixé sur l'écorce du « *Quercus coccifera* » donne naissance fin avril à une forme aptère qu'il appelle le *Fondateur*.

Cet insecte mue quatre fois et pond après cela des « *œufs* » qu'il colle au pétiole et sous les feuilles du chêne ci-dessus.

Comme c'est un être agame, sans forme mâle correspondante, M. Lichtenstein croit le terme « *œuf* » inapplicable à l'enveloppe ovoïde qu'il dépose, et pour ne pas la confondre avec l'œuf véritable, il appellera ce *Pseudovum* une *gemmation*, et l'insecte qui la produit une fausse femelle ou « *Pseudogyne* », dont la première forme larvaire sera la *Pseudogyne fondatrice*. Elle est aptère et plus grosse qu'aucune des formes qui lui succéderont.

Des *gemmations* de cette *pseudogyne* sort la seconde phase larvaire qui, elle, prend des ailes après ses quatre mues, mais elle est aussi complètement privée de sexe et n'est qu'une *pseudogyne* comme la précédente. Celle-ci quitte le *Quercus coccifera* vers le 20 mai et va se fixer sous les feuilles du *Quercus pubescens*. M. Lichtenstein lui donne le nom de *Pseudogyne émigrante*.

Dans son nouvel *habitat*, cette seconde forme agit comme la première ; elle dépose des gemmations ovoïdes donnant bientôt naissance à la troisième phase larvaire que M. Lichtenstein appelle *Pseudogyne bourgeonnante*. Cette forme-ci est aptère et rappelle, *sauf la taille*, la *Pseudogyne fondatrice*.

Cette troisième forme larvaire a de plus le privilège de se reproduire plusieurs fois de suite, sans modification, toujours bien entendu sans concours mâle et par gemmation. C'est sur cette forme qu'ont porté les fameux essais de Bonnet, de Kyber pour quelques aphidiens, et de Schrader, de Bordeaux, en ces derniers temps pour le phylloxera de la vigne.

Vers l'automne on voit apparaître une quatrième forme larvaire avec des ailes. Celle-ci est destinée à retourner sur le *quercus coccifera* qui est la station hivernale de cet insecte. M. Lichtenstein appelle cette quatrième forme la « *Pseudogyne pupifère* ».

Il justifie cette épithète par la nature des gemmations que cet insecte vient rapporter sur le chêne kermès ou « *coccifera* ».

En effet, jusqu'à présent, toutes les *pseudogynes* ne nous ont offert que des descendants agames, tous égaux entre eux à chaque phase et tous munis d'appareils buccaux très développés, tandis que l'appareil génital faisait complètement défaut.

Ici, au contraire, les gemmations que porte l'insecte ailé revenant au Q. *coccifera*, sont de véritables *pupes* si l'on réserve ce nom à l'enveloppe d'où sort un insecte parfait.

En effet, elles sont de deux dimensions bien différentes et donnent naissance à des insectes également bien différents entre eux. Ce sont des mâles et des femelles.

Ils sont aptères et complètement dénués du rostre ou de tout appareil buccal.

Par contre, les plus petits sont munis à l'extrémité de l'abdomen d'un pénis saillant, ce sont les mâles; les plus gros qui sont les femelles, montrent par transparence un œuf énorme qui remplit tout le corps de l'insecte.

Alors l'accouplement a lieu; c'est la seule femelle véritable : elle pond, après avoir été fécondée, le véritable œuf d'où doit sortir au printemps l'insecte *Fondateur* qui sert de point de départ.

M. Lichtenstein dit qu'il a observé ainsi le cycle biologique de plusieurs de ces Homoptères, et qu'il connaît soit toute la biologie, soit au moins une moitié de l'évolution chez les *Aploneura lentisci*, *Tetraneura ulmi*, *Pemphigus spirothecæ*, tous les *Pemphigus* du térébinthe, si bien étudiés par M. Courchet, ceux du peuplier et enfin ceux des racines (P. *Boyeri*, P. *cœrulescens*) ; pour ces derniers, la forme ailée qui lui est connue est « *pupifère* », tandis que la forme ailée des *Pemphigiens*, habitant des galles, est, sauf une exception (P. spirothecæ, Pass.), la *pseudogyne émigrante*.

A côté des aphidiens, M. Lichtenstein a pu observer un coccidien nouveau auquel il a donné le nom de « *Ritsemia pupifera* » qui offre dans son évolution deux fois la forme de *Gallinsecte*.

Celle d'été qui se forme en mai, donne en août des insectes agames, tous égaux entre eux avec six articles aux antennes et un rostre. Celle d'hiver, qui se forme en septembre, donne en avril des insectes sexués, les mâles *sans rostre* et avec neuf articles aux antennes, les femelles avec rostre et huit articles aux antennes.

DISCUSSION

M. Joly demande à l'orateur s'il peut donner une conclusion à ces intéressantes observations.

M. Lichtenstein répond qu'il n'ose pas encore, vu le nombre relativement si restreint des insectes dont il connaît toute l'évolution, baser une classification sur les caractères biologiques, mais qu'il espère que l'attention des entomologistes étant attirée par lui sur ces métamorphoses, leurs observations réunies pourraient avoir pour résultat de rassembler assez de matériaux pour tenter une classification naturelle de ce groupe d'animaux.

M. JOBERT

Professeur à la Faculté des sciences de Dijon.

MODE D'EXISTENCE D'UNE TAUPE GRILLON AMAZONIENNE

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. JOBERT

Professeur à la Faculté des sciences de Dijon.

SUR L'ACTION DES POISONS ICHTYOTHÈRES EMPLOYÉS PAR LES INDIENS DE L'AMAZONE

Séance du 3 septembre 1879.

M. JOBERT

Professeur à la Faculté des sciences de Dijon.

STRUCTURE DE L'APPAREIL ÉLECTRIQUE DU GYMNOTE

Séance du 3 septembre 1879.

M. H. de la BLANCHÈRE

APPAREIL REPRODUCTEUR ET REPRODUCTION DE L'ANGUILLE

Séance du 4 septembre 1879.

M. le Dr François FRANCK

Préparateur au Collège de France.

SUR QUELQUES-UNS DES AGENTS QUI MODIFIENT L'EXCITABILITÉ RÉFLEXE DU PNEUMOGASTRIQUE

Séance du 4 septembre 1879.

L'excitation du bout central du nerf laryngé supérieur ou d'un pneumogastrique, provoque normalement le ralentissement ou l'arrêt réflexe du cœur.

Cette réaction normale peut être supprimée par quelques-unes des

substances qu'on emploie pour obtenir l'immobilité des animaux; je veux parler surtout du curare et des anesthésiques.

1° *Le curare.* — Bien avant que les mouvements respiratoires ne soient supprimés, l'excitabilité réflexe du pneumogastrique a disparu. Dès lors, si on emploie le curare comme moyen contentif, on risque, même en opérant à un instant voisin du début de l'intoxication, de ne point voir apparaître les réactions cardiaques cherchées. Cette influence *centrale* du curare sur l'appareil d'innervation modératrice du cœur, doit être rapprochée de l'action primitivement centrale de la même substance sur les appareils moteurs de la vie animale : ce dernier point a été établi par M. Rouget. Il résulte du fait précédent que la recherche des réflexes cardiaques doit être faite rapidement à partir du début de la curarisation.

2° *Anesthésiques.* — En mettant de côté le chloroforme dont l'action perturbatrice sur les appareils d'innervation du cœur et ses vaisseaux est bien connue, je dirai seulement à propos de l'éther que si on attend que l'anesthésie soit complète, on cesse d'observer les réflexes cardiaques sous l'influence de l'excitation du bout central d'un laryngé supérieur. Si, au contraire, on opère avant l'éthérisation complète, quand l'animal a la sensibilité simplement émoussée et ne réagit plus par des mouvements et des efforts, on met facilement en évidence les réflexes cardiaques.

M. LATASTE

Répétiteur à l'Ecole des Hautes-Etudes.

SUR LES POINTS OBSCURS DE LA FAUNE ERPÉTOLOGIQUE D'EUROPE

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. H. ROUZAUD

Élève de la Faculté des sciences de Montpellier.

OBSERVATIONS SUR LES ASTÉRIES

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. A. CERTES

Inspecteur des finances, membre de la Société zoologique de France.

SUR UNE MÉTHODE DE CONSERVATION DES INFUSOIRES (1)

(EXTRAIT)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Certes fait usage de l'*acide osmique* comme réactif fixateur, et de *picro-carminate* ou de *vert de méthyle* comme réactifs colorants. Les préparations sont montées dans la glycérine.

Deux planches, dont une inédite représentant l'*Haptophrya gygantea* (*Maupas*), ont été placées sous les yeux des membres de la section.

M. DURAND

à Arsac, près Rodez.

SUR L'HOMOLOGIE ET L'ANALOGIE EN HISTOIRE NATURELLE

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Ch. ROUGET

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

STRUCTURE DES FIBRES MUSCULAIRES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Ch. Rouget parle de la structure des fibres musculaires, il dit qu'on a combattu la disposition en ruban spirolé qu'il a signalée le premier, mais que ses préparations ne sauraient montrer d'autre structure. M. Rouget met sous les yeux de la section ses préparations et ses photographies pour la vision stéréoscopique. Il dit que s'il s'est trompé, la faute en est aux préparations, lesquelles lui ont toujours montré le même aspect.

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences* (3 mars 1879). — *Journal de micrographie* (mai 1879). — *Bulletin de la Société belge de microscopie* (avril 1879),

M. A. SABATIER

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR L'HOMOLOGIE DES MUSCLES DE L'ÉPAULE ET DU BASSIN

— Séance du 4 septembre 1879. —

Dr H.-E. SAUVAGE

Aide-naturaliste au Muséum.

SUR L'ACTION DU VENIN DE QUELQUES BATRACIENS DE FRANCE

— Séance du 4 septembre 1879. —

Les expériences de Gratiolet, de Cloëz, de Vulpian, ont démontré que, loin d'être inoffensifs, les batraciens sont pourvus d'un venin dont l'action est des plus énergiques sur les animaux de faible taille. L'action de ce venin est du reste différente, suivant les espèces qui le fournissent. Dès le début de leurs études, Gratiolet et Cloëz avaient, en effet, noté que le venin de la salamandre amène la mort au milieu de convulsions, tandis que le venin du crapaud ne produit pas de mouvements convulsifs, de sorte que l'on pouvait supposer que l'action du venin était tout autre, suivant qu'il provenait d'un batracien anoure ou d'un batracien urodèle. Il n'en est rien ; le triton, qui est un batracien urodèle, a la même action que le crapaud, qui est un batracien anoure, et son action est différente de celle d'un animal du même ordre, la salamandre terrestre. M. Vulpian a admis, en effet, que les venins de crapaud, de triton et de salamandre terrestre sont des poisons qui agissent profondément sur le système nerveux central, les deux premiers ayant une action très marquée sur le cœur, dont les battements s'arrêtent rapidement, le dernier donnant lieu à de violentes convulsions et n'ayant que peu d'influence sur l'organe central de la circulation.

Il était dès lors de quelque intérêt de rechercher si le venin des autres batraciens anoures, — on n'avait étudié que le venin du Crapaud, — se rapprochait plus du venin du crapaud que de celui de la salamandre. Nous rapportons ici le résultat de quelques expériences faites sur divers anoures de France ; nous nous proposons, du reste, d'étudier à ce point

de vue tous les batraciens que nous pourrons nous procurer vivants. Nos observations ont porté sur trois raniformes, l'alyte accoucheur, le pélobate brun, le sonneur à ventre de feu.

Alytes obstetricans.

L'apparence de cette espèce est celle d'un crapaud, bien que la peau ne soit pas aussi rugueuse que chez ce dernier; elle est toutefois semée de petits tubercules mousses et arrondis, et, derrière l'œil, sont des parotides peu distinctes, formées par la réunion de quelques glandes. De ces tubercules s'échappe, lorsque l'on irrite l'animal, un liquide blanchâtre, très facilement coagulable, d'une odeur forte et vireuse.

Expérience A. — A 3 h. 30 m. J'introduis du venin pris aux aines d'un alyte dans une plaie sous-cutanée faite à la partie supérieure du dos d'une grenouille rousse de forte taille; après deux ou trois sauts, l'animal va se blottir dans un coin et paraît éprouver une vive souffrance; il baisse la tête et tend le dos.

4 h. Le train antérieur est en partie paralysé; l'animal tient la tête baissée contre le sol.

4 h. 15 m. Mouvements respiratoires faibles et éloignés.

4 h. 30 m. La grenouille est à peu près immobile. L'œil est terne; les paupières sont fermées. Mis sur le dos, l'animal ne cherche pas à se retourner; le saut est complètement aboli. Lorsque l'on étend les pattes postérieures l'animal les ramène péniblement contre le tronc; le pincement des pattes amène quelques faibles mouvements.

4 h. 40 m. La queue de cheval est mise à nu; c'est à peine si le pincement des nerfs provoque quelques mouvements; l'animal relève alors la tête et ramène les membres antérieurs contre le tronc; ce pincement provoque des mouvements de déglutition assez rapides et assez étendus.

5 h. Au moment où l'on incise la peau de la poitrine, l'animal se réveille de son engourdissement; il cherche à placer ses membres antérieurs comme pour se défendre; mis sur le dos, il essaye de se retourner, mais sans y parvenir; les mouvements respiratoires reprennent pendant quelques minutes, puis cessent.

5 h. 15 m. Quelques mouvements convulsifs se manifestent dans les membres antérieurs.

5 h. 25 m. Le cœur, mis à nu, est gorgé de sang noir; il bat faiblement, 36 fois à la minute; les poumons sont affaissés.

6 h. Les battements du cœur sont réduits aux oreillettes, mais reprennent, pour cesser de nouveau, si l'on excite le cœur ou si l'on pince fortement la peau.

Bombinator igneus.

La peau du sonneur à ventre de feu est très rugueuse et toute couverte de pustules qui s'étendent sur toute la partie supérieure du corps.

Expérience B. — A 2 h. 30, j'introduis dans une petite plaie sous-cutanée faite dans l'aisselle droite d'un moineau, du venin obtenu en raclant légèrement avec le manche d'un scalpel le dos d'un sonneur igné.

2 h. 38 m. L'animal ne se tient plus droit ; les pattes sont repliées contre le corps, qui traîne à terre ; le moineau fait le gros dos. Quelques faibles mouvements convulsifs ; l'oiseau relève fréquemment la queue et l'abaisse subitement ; il est inquiet et tourne la tête de tous côtés.

3 h. 15 m. L'animal est remis.

A partir du moment de l'inoculation du venin, le moineau, qui était très vif, a perdu une grande partie de son activité ; il meurt quatre jours après, dans un état de maigreur extrême.

Expérience C. — A 3 h., l'on inocule du venin dans l'aisselle d'un moineau.

3 h. 10 m. L'animal fait le gros dos ; fréquents mouvements de la queue qui se relève et s'abaisse rapidement. Respiration anxieuse, les ailes se soulevant à chaque effort respiratoire. De craintif qu'il était, l'oiseau est presque indifférent à ce qui l'entoure ; il ne cherche pas à fuir lorsque l'on approche la main.

3 h. 15 m. Quelques piaulements plaintifs.

3 h. 20 m. Les mouvements rapides de la queue continuent ; nous en comptons 25 dans l'espace d'une minute.

3 h. 28 m. Ces mouvements cessent ; l'animal éprouve encore de la difficulté à respirer.

3 h. 40. L'animal se remet.

3 h. 50. L'oiseau est complètement remis.

PELOBATES FUSCUS

Chez le pelobate brun, la peau est complètement lisse, bien que de petits tubercules se voient sur les côtés du dos. Si l'on irrite l'animal en imprimant pendant quelque temps une série de mouvements de circumduction aux membres postérieurs, on recueille dans l'aine un liquide blanchâtre, très visqueux, d'une odeur forte et pénétrante qui est le venin. Lorsqu'on excite du reste l'animal, ou que simplement on le prend, il exhale une odeur alliacée fort désagréable.

Expérience D. — A 2 heures, l'on introduit le venin dans une petite plaie faite à la cuisse d'une souris ; l'animal éprouve une vive souffrance, cherche à mordre et pousse des cris plaintifs. Mis en liberté, il se réfugie dans le coin le plus obscur de la cage ; deux ou trois minutes après l'inoculation du venin, il se met à trembler.

2 h. 10 m. Inquiétude extrême ; l'animal ferme les yeux ; il tremble de tous ses membres et fait des efforts de vomissement.

2 h. 15 m. L'animal se remet et cherche à manger un grain de blé ; sa démarche est incertaine et la souris paraît comme ivre, ses mouvements n'étant plus coordonnés.

2 h. 18 m. La souris tombe tout à coup sur le côté droit et se met à tourner en rond de gauche à droite pendant quatre ou cinq fois. puis retombe sur le côté droit. Légers tremblottements des pattes et de la queue. La cuisse dans laquelle a été introduit le venin est légèremeut enflée. Lorsque l'on pince la queue ou la patte non empoisonnée, l'on provoque des mouvements dans tout le corps ; l'animal ne cherche pas à fuir et pousse de faibles cris plaintifs.

2 h. 20 m. Dyspnée extrême ; l'animal se ploie presque en deux dans les efforts respiratoires.

2 h. 22 m. Mouvements fibrillaires de la peau ; tremblottements fréquents dans tous les muscles superficiels ; deux ou trois convulsions dans les membres postérieurs. L'animal, pincé, ne retire plus le membre et ne crie pas.

2 h. 25 m. Convulsions fréquentes dans les membres postérieurs ; pas d'efforts de vomissement ; l'animal se raidit et meurt à 2 h. 27 m.

L'autopsie, faite de suite, montre les oreillettes gorgées de sang noir ; les ventricules sont exsangues ; les poumons sont rosés et exsangues ; le foie est un peu congestionné ; on ne note rien de particulier du côté des centres nerveux ; les reins sont congestionnés et l'on y remarque un piqueté brunâtre.

Aussitôt après la mort l'on injecte sous la peau d'une souris un peu de sang pris dans l'une des jugulaires de l'animal empoisonné, sans obtenir de résultat.

Expérience E. — A 1 h. 40 m., l'on met le cœur à nu sur un crapaud commun bien vivace ; le cœur bat 22 fois par minute.

1 h. 42 m. Le cœur bat 20 fois par minute ; une goutte de venin est déposée sur le cœur.

1 h. 45 m. Le cœur bat 18 fois par minute. Les battements sont plus irréguliers et plus faibles que sur un autre crapaud de même taille et non empoisonné, dont la poitrine est ouverte et qui sert de point de comparaison.

Deux heures après le commencement de l'expérience, le cœur battait encore, mais plus faiblement et d'une manière plus irrégulière que sur l'animal non empoisonné.

Bien que les expériences que nous avons faites soient peu nombreuses, il s'en dégage cependant, ce me semble, un certain nombre de faits intéressants.

Le premier point à établir est que, de même que l'action du venin de certains urodèles (tritons) se rapproche de l'action exercée par le venin de certains anoures (crapaud), en ce que ce venin n'est pas convulsif, à l'inverse du venin d'autres modèles (salamandre terrestre), l'on constate des faits de même ordre chez les Raniformes ; tandis que l'action du venin du sonneur est celle du venin du crapaud, le venin du pélobate rappelle ce que produit le venin de la salamandre.

Bien que presque entièrement dépourvu de glandes, c'est le pélobate dont le venin est le plus actif ; une très faible quantité a suffi à tuer rapidement une souris très vivace et de forte taille.

Venin de l'Alyte. — M. Henneguy (1) expérimentant avec le venin du crapaud et du triton, a noté une action des plus nettes au début sur le système nerveux, se manifestant par la paralysie, puis un ralentissement des mouvements respiratoires et cardiaques et la perte rapide de l'excitabilité des nerfs et des muscles. M. Henneguy rapporte l'expérience suivante :

Action du venin de crapaud sur une grenouille. — A 11 h. 45 m. venin introduit dans une plaie sous-cutanée à la partie supérieure du dos.

2 h. 15 m. La grenouille n'exécute plus que très difficilement des mouvements volontaires.

2 h. 45. Le cœur est mis à découvert; les contractions sont très rares et n'ont lieu souvent que dans les oreillettes; mouvements de déglutition; mouvements réflexes presque nuls.

3 heures. Les mouvements de déglutition persistent et les oreillettes se contractent encore.

3 h. 30 m. Il y a encore quelques légères contractions des oreillettes; l'excitation musculaire est abolie.

Il suffit de rapprocher cette expérience de notre expérience A pour voir que l'action du venin est identique.

Sonneur. — Bien que couvert de pustules, le venin du Bombinator paraît être peu actif, au moins à l'époque où nous avons expérimenté l'animal (avril). Le venin exerce son action dès le début sur les centres nerveux et se trahit par des troubles respiratoires (exp. C.) et des mouvements convulsifs (exp. B. et C.). L'action de ce venin rappelle le venin de la salamandre (mouvements convulsifs, hérissement des plumes, respiration anxieuse, piaulements plaintifs). Il faut noter, et nous avons observé le même fait lors de plusieurs expériences faites sur le moineau avec le venin de la salamandre terrestre, que certains oiseaux, très violemment pris dès le début de l'empoisonnement, se remettent assez vite et pour toujours, tandis que d'autres, peu affectés par le venin, meurent quelques jours après l'inoculation dans le marasme, les conditions de l'inoculation du venin étant du reste, identiques.

Pélobate. — Nous retrouvons dans l'action du venin de ce batracien tous les symptômes observés lors de l'empoisonnement par la salamandre (efforts de vomissement, contractions fibrillaires de la peau, tremblottement des muscles, etc.). Tandis que, pour l'empoisonnement par le crapaud, M. Henneguy a observé que le cœur s'arrête, chez les grenouilles empoisonnées, toujours en diastole et plein de sang; M. Vulpian a

(1) *Etude physiologique sur l'action des poisons.* Montpellier, 1875.

remarqué, au contraire, que le ventricule est contracté et vide de sang; nous avons noté le même fait chez les oiseaux lors de l'empoisonnement par le pélobate.

L'action de ce venin paraît du reste participer à la fois du venin du crapaud et de celui de la salamandre; de même que le venin du crapaud, il agit sur le cœur (exp. E.), mais faiblement toutefois.

M. J.-L. CARDOZO de BETHENCOURT fils

LE MOLLUSQUE ARGONAUTA BETHENCOURTINA

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. E. MASSE

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

DE L'ORIGINE DU TÉNIA INERME DE L'HOMME

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

L'évolution des Ténias, restée pendant longtemps obscure, paraissait à peu près établie par des faits nombreux et d'ingénieuses expérimentations. Des observations, en apparence incontestables, semblaient prouver d'une manière certaine la nécessité des migrations de ces parasites. Ces théories, si bien établies, viennent d'être ébranlées, par une série de travaux dus à un observateur habile, un savant du plus grand mérite, M. Mégnin.

Étant donné l'importance des faits contestés, les conséquences des théories nouvelles, une discussion sérieuse devient nécessaire. Déjà, MM. Laboulbène, Davaine, Chauveau et d'autres encore, ont publiquement combattu la théorie du polymorphisme des Ténias. Je me propose de discuter à mon tour les faits de M. Mégnin, afin de voir s'ils sont suffisamment probants pour servir de base à une théorie nouvelle.

En opposant la théorie nouvelle à la théorie ancienne, je chercherai à montrer avec impartialité l'importance des arguments sur lesquels

chacune d'elles repose, et les obscurités qu'aucune de ces théories n'est encore parvenue à éclairer.

Pour M. Mégnin, les migrations des Ténias ne sont pas nécessaires à l'évolution complète du parasite. Un œuf de Ténia peut subir les différentes phases de son évolution dans l'intestin d'un même animal. C'est le milieu dans lequel pénètre l'œuf qui décide de son évolution ultérieure.

L'œuf qui pénètre dans le muscle, dans le foie, s'enkyste et devient un cysticerque ou un échinocoque. Celui qui se développe dans un follicule de l'intestin peut subir son évolution de l'état d'œuf, à l'état rubanaire, sans l'intermédiaire d'une migration dans un autre organisme.

Cette affirmation qui renverse des observations jusqu'à présent considérées comme incontestables est basée sur deux faits.

1° L'existence simultanée des Kystes à échinocoques et d'un Ténia inerme *(Ténia perfoliata)* sur l'intestin du cheval.

Pour M. Mégnin, le *Ténia perfoliata* est un mode spécial d'évolution des échinocoques ; ce parasite est absolument analogue au *Ténia échinococus* du chien, il n'en diffère que par l'absence des crochets, il a pour origine un même œuf.

2° L'existence à l'état libre dans la cavité péritoniale des lapins sauvages, d'un Ténia à l'état strobilaire, Ténia inerme *(Ténia pectinata)* identiques, d'après les affirmations de M. Mégnin, au *Ténia serrata* du chien.

M. Mégnin n'hésite pas à croire que ces Ténias dérivent directement des mêmes œufs que le *Cysticerque psiformis* que l'on trouve sur ces mêmes animaux.

Il a donc suffi à M. Mégnin de ces deux faits que pour mon compte je considère comme très discutables pour renverser du même coup toute la théorie de l'évolution des Ténias, en y comprenant l'évolution du Ténia inerme de l'homme.

Les Ténias inermes, que M. Mégnin a retrouvés sur la muqueuse intestinale du cheval et dans le péritoine du lapin, ont d'après lui, pour origine, des cysticerques et des œufs qui, développés par migrations sur des carnassiers, auraient donné naissance à des Ténias armés ; le *Ténia échinococus* et le *Ténia serrata* du chien.

M. Mégnin ne me paraît pas avoir donné des preuves bien sérieuses de ce qu'il avance.

Comment M. Mégnin peut-il affirmer, par la seule présence simultanée de vers rubanés et inermes et de cysticerques armés sur un même animal, à la descendance commune de ces deux formes de parasites d'un même œuf?

La seule analogie de forme de la tête du Ténia et du Cysticerque est loin de suffire pour arriver à de pareilles conclusions.

Nous savons, à n'en pas douter, que les Cysticerques armés se développent par migrations en Ténias armés.

Comment l'absence de migrations serait-elle seule capable de faire perdre au Cysticerque ses crochets ? M. Mégnin a cherché à nous démontrer, que les conditions de milieu étaient suffisantes pour déterminer chez certains animaux la disparition d'appareils bien plus importants.

Ce n'est là qu'un raisonnement, mais nous sommes en droit de demander à M. Mégnin les preuves de ce qu'il avance.

Les œufs du Ténia inerme, qui arrivent dans le tissu musculaire du veau et qui s'y développent sous forme de Cysticerques, se trouvent évidemment dans les mêmes conditions que les œufs du Ténia armé qui produisent la ladrerie du porc, et cependant l'un de ces Cyticerques est toujours inerme et l'autre possède une double rangée de crochets.

Je ne vois dans les faits de M. Mégnin qu'une question de plus à étudier, l'évolution du *Ténia perfoliata* et celle du *Ténia pectinata*

En s'appuyant sur les deux faits qu'il a observés, M. Mégnin considère les deux formes du Ténia inerme ou armé, non comme caractéristique de deux individus différents, mais comme appartenant à un même être à différentes phases de son évolution.

Ce n'est que par extension et par analogie, que la théorie émise à propos du *Ténia perfoliata* inerme du cheval et du *Ténia pectinata* du lapin, a été étendue aux Ténias de l'homme.

M. Mégnin n'apporte aucune preuve directe des deux faits relatifs au cheval et au lapin. Nous sommes, à plus forte raison, en droit de ne pas admettre l'extension de sa théorie au Ténia inerme et au Ténia armé de l'homme et à l'évolution des Ténias en général.

Après avoir exposé les faits relatifs au cheval et au lapin, M. Mégnin se contente de dire au sujet des Ténias de l'homme : « Il n'y a pas de raison pour penser que les choses se passent autrement pour le Ténia de l'homme et pour le Ténia du cheval. »

Armé de ce raisonnement, il édifie toute une nouvelle théorie de l'évolution des Ténias.

Il eût été nécessaire d'apporter d'autres preuves pour substituer la théorie nouvelle du polymorphisme à l'ancienne théorie des migrations.

Il ne sera peut-être pas inutile de rappeler sommairement les faits les plus importants sur lesquels s'appuie l'ancienne théorie des migrations que je désire opposer à la nouvelle théorie du polymorphisme.

Tout jusqu'à présent concourt à prouver que le Ténia inerme et le Ténia armé sont deux parasites différents et non deux formes d'un même ver dérivant d'un même œuf.

Il suffira d'examiner ces deux parasites à la loupe ou au microscope ou de jeter un coup d'œil sur la figure 78 où les têtes de ces deux vers

sont dessinées, pour voir combien ils diffèrent; il ne s'agit pas seulement de la présence ou de l'absence de crochets (fig. 78, 1 et 2), mais bien de la situation des ventouses, de la forme de tout l'ensemble de la tête.

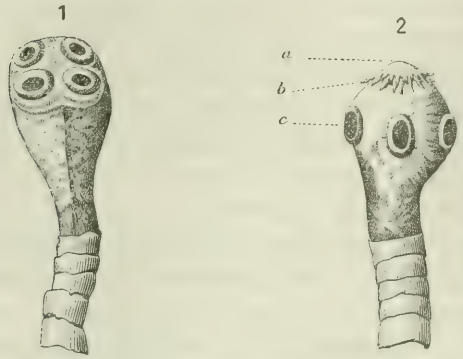


Fig. 78. — 1. Tête du ténia inerme ou *mediocanellata*. Cette tête a la forme d'une pyramide tronquée à quatre faces dont la base porte quatre ventouses; — 2. Tête du ténia armé ou *solium*. Cette tête a la forme d'une pomme de pin. — *a*, rostellum; *b*, couronne de crochets; *c*, ventouses.

En examinant les Ténias du chien, j'ai vu, comme M. Mégnin, des Ténias inermes et des Ténias armés sur le même animal, mais dans ce cas, la forme de la tête était absolument la même, les ventouses occupaient la même place, il s'agissait seulement, d'un fait accidentel, la perte de l'appareil de défense. — Les anneaux étaient complètement identiques.

Les différences que je viens de signaler pour la tête du Ténia inerme et du Ténia armé se retrouvent dans la dimension des anneaux, dans leur structure, dans la disposition de l'utérus, dans la dimension des œufs, dans la forme des Cysticerques.

Le tableau suivant permettra de mieux comparer les caractères distinctifs de ces deux parasites.

TÉNIA INERME	TÉNIA ARMÉ
La tête est supportée par un cou rétréci; elle est conique, large de 2 millimètres à son extrémité. Cette tête se termine par un plateau qui supporte quatre ventouses. Ces ventouses sont saillantes et occupent les quatre angles du plateau terminal de la tête; le cône qui représente la tête a son sommet tronqué, qui se continue avec le col; la base du cône correspond à l'extrémité libre. La tête a la forme d'une pyramide tronquée à quatre faces. Les ventouses sont souvent pigmentées.	La tête du Ténia armé est élargie dans sa partie moyenne, rétrécie au niveau du col et de l'extrémité terminale, qui est surmontée d'une double couronne de crochets sur deux rangées d'inégale longueur. Les quatre ventouses sont placées sur les côtés de la partie élargie de la tête. La tête a de 5 à 7 dixièmes de millimètres de largeur.

ANNEAUX

TÉNIA INERME	TÉNIA ARMÉ
Anneaux plus larges et plus épais que celui du Ténia armé, certains anneaux arrivent à mesurer 2 centimètres de long sur 1 centimètre et demi de large. Couleur blanche des anneaux.	Anneaux moins larges et surtout moins longs et moins épais que ceux du Ténia inerme. Ces anneaux sont d'un blanc sale.

Pores génitaux irrégulièrement alternes et placés sur les côtés des anneaux.	Pores génitaux moins irrégulièrement alternes et placés sur les côtés des anneaux.
—	—
Proglottis très vivaces se détachant seuls et sortant par l'anus ; les malades retrouvent ces proglottis dans leur lit ou sous leurs vêtements. Ces proglottis exécutent quelques mouvements après leur expulsion.	L'adhésion des proglottis est plus forte, Les malades n'en expulsent qu'avec les matières fécales.
Utérus présentant un grand nombre de divisions parallèles entre elles, souvent bifurquées à leur sommet au nombre de 25 à 30.	Utérus dendritique portant de 6 à 13 branches.
Ovules ovoïdes, de $0^m,036$ sur un diamètre de $0^m,028$.	Ovules arrondis présentant un diamètre de $0^m,033$.
—	—
Ce Ténia est en général très long.	Moins long que le précédent
—	—
Ce Ténia est très répandu en Abyssinie, en Syrie et en Afrique. Il est devenu très fréquent en Russie et en France.	Ce parasite, autrefois très répandu, tend à devenir moins fréquent.
—	—
Le Ténia inerme est facilement chassé par la fougère mâle, l'éther et les émulsions de citrouille.	L'écorce de racine de grenadier et le kousso paraissent réussir plus facilement contre le Ténia armé.

CYSTICERQUES

La tête du Cysticerque inerme est dépourvue de crochets. Elle est arrondie et pourvue de quatre ventouses saillantes pédiculées, un peu élargies à leur sommet campanuliformes.	La tête du Cysticerque armé est pourvue de quatre ventouses et d'une double rangée de crochets.
Kystes à cysticerques assez volumineux et développant seulement chez le bœuf.	Kystes plus petits que ceux du Ténia inerme se développant chez le porc et chez l'homme.

Les caractères anatomiques ne sont pas les seuls que nous puissions citer, il faut y ajouter ceux que nous pouvons tirer de l'évolution spéciale de ces deux genres de Ténia.

Le Ténia inerme de l'homme a pour origine, dans certains cas aujourd'hui parfaitement reconnus, l'alimentation par la viande de bœuf ladre.

La ladrerie du bœuf est très fréquente en Russie, en Syrie, en Algérie et aux Indes ; aussi y rencontre-t-on souvent le Ténia inerme.

Le Ténia armé ou Ténia solium a pour origine le Cysticerque armé qui pénètre dans l'intestin de l'homme avec la viande de porc ladre.

On produit artificiellement la ladrerie du porc en faisant avaler à ces animaux des anneaux de Ténias armés arrivés à maturité.

On produit artificiellement la ladrerie du veau par un procédé complètement analogue, en faisant avaler à ces animaux des anneaux de Ténia inerme arrivés à maturité.

M. Mégnin reconnaît comme tout à fait à l'abri de discussion les migrations du Ténia armé, telles qu'elles résultent des travaux de Kuchenmeister, de Humbert, de Leuckart, de van Beneden. — Pour le Ténia armé, la preuve et la contre-épreuve ont été faites, dit-il : il n'en est pas de même pour le Ténia inerme.

Le Ténia inerme aurait, d'après M. Mégnin, un mode spécial d'évolution.

Ce Ténia serait susceptible de se développer sur l'intestin de l'homme de l'état d'œuf jusqu'à la forme rubanée, sans être nécessairement astreint aux migrations.

Il me sera facile de démontrer à M. Mégnin que les mêmes preuves et contre-épreuves ont été faites pour la démonstration des migrations du Ténia inerme et du Ténia armé de l'homme.

On a pris des cucurbitains de Ténias inermes et l'on a rendu ladres des veaux. Cette expérience a réussi toutes les fois qu'on l'a tentée. J'ai fait à ce sujet un travail en collaboration avec M. Pourquier et des expériences qui ont été communiquées à l'Académie des Sciences, en juillet 1876. Leuckart avait fait les mêmes expériences en 1865, Mossler en 1863, Cobbold et Simonds en 1864, Rolle en 1865, Gerlach en 1870, Zurne en 1872, et Saint-Cyr en 1873.

M. Mégnin préférerait qu'on expérimentât sur des bœufs, et les résultats lui paraîtraient alors plus concluants. De l'insuccès de deux ou trois expériences sur les bœufs, M. Mégnin conclut à l'impossibilité de produire la ladrerie chez le bœuf par l'ingestion de cucurbitains de Ténias inermes.

Si l'on a généralement pris des veaux pour ces expériences, c'est qu'il est moins coûteux d'expérimenter sur ces animaux que sur des bœufs.

En expérimentant sur des veaux, on est à l'abri de certaines causes d'erreur ; l'animal n'ayant tété que le lait de sa mère, a moins de chance d'avoir déjà d'autres parasites que celui que l'on introduit dans l'expérience.

On a produit la ladrerie chez le porc par un procédé absolument analogue avec des cucurbitains de Ténias armés.

Une expérience à laquelle j'attache une grande importance, c'est qu'on ne rend pas le porc ladre par l'ingestion de cucurbitains de Ténias inermes.

L'expérience a été faite, pour la première fois, par Leuckart, et elle a été souvent répétée depuis avec le même résultat.

Si les œufs du Ténia inerme pouvaient, suivant le milieu où ils se

développent, donner naissance à des cysticerques armés, c'est bien dans ces conditions que nous devrions trouver un milieu favorable à leur développement.

Je ne sache pas qu'on ait fait la contre-épreuve, c'est d'essayer de rendre ladre des veaux à l'aide de cucurbitains de Ténia armé.

Je me propose bien de tenter cette expérience si j'arrive, ce qui n'est pas facile aujourd'hui, à trouver un Ténia armé, fraîchement expulsé, et si les ressources de mon laboratoire me permettent d'acheter un veau pour ces expériences.

Les cucurbitains du Ténia inerme ne se développent d'aucune façon chez les herbivores, comme chez l'agneau et chez le lapin. Après avoir donné à ces animaux, pendant des mois entiers, à doses fréquemment répétées, des anneaux de Ténias inermes à maturité, je n'ai jamais rencontré chez eux, malgré l'examen le plus minutieux et le plus attentif, aucun cysticerque inerme dans les muscles, aucun Ténia inerme dans l'intestin.

J'ai fait ces expériences en 1876, à l'École d'agriculture de Montpellier, en collaboration avec M. Pourquier, médecin vétérinaire.

L'expérience dans laquelle on rend le porc ladre est donc tout à fait comparable à celle que l'on a réalisée sur les veaux.

La ladrerie du veau et la ladrerie du porc sont deux ladreries absolument distinctes. Le cysticerque du bœuf est un cysticerque inerme, le cysticerque du porc est un cysticerque armé.

Ces deux cysticerques sont absolument différents, comme les vers rubanés qui en dérivent ; c'est là un point très important et un argument d'une très grande valeur, contre la théorie de M. Mégnin, qui donne une même origine à ces parasites. La tête du cysticerque inerme du bœuf est munie, sur sa partie convexe, de quatre ventouses un peu pédiculées campanuliformes. La tête du cysticerque du porc est piriforme, elle a toujours une double rangée de crochets qui la surmonte et quatre ventouses qui en occupent les parties latérales. Les têtes des cysticerques sont tout aussi différentes que les têtes des formes adultes de ces Ténias.

L'une de ces deux formes n'est pas plus âgée que l'autre, et cependant l'une est inerme et l'autre est armée. Il y a là certainement deux individus absolument différents et par leur mode d'origine, et par leur développement.

Les différences que nous venons de signaler dans la forme des cysticerques armés et inermes existent aussi dans les œufs qui donnent naissance à ces deux formes de parasites.

Nous l'avons déjà signalé précédemment, les œufs du Ténia armé sont arrondis et ceux du Ténia inerme sont ovalaires. Ces œufs varient éga-

lement par leurs dimensions, ceux du Ténia inerme sont plus volumineux que ceux du Ténia armé.

Les œufs du Ténia inerme ne se développent pas chez le porc. Chez le même animal, on produit presque à coup sûr la ladrerie par l'ingestion des cucurbitains du Ténia armé.

Si les œufs de ces parasites étaient identiques, ils produiraient indifféremment la ladrerie chez le porc et chez le veau.

Pour M. Mégnin, la ladrerie du bœuf n'est qu'une bizarrerie expérimentale, un fait anormal, une expérience de laboratoire.

La ladrerie du bœuf a été observée en Algérie; elle a été constatée par des hommes dont la valeur scientifique est incontestable, MM. Cauvet et Arnould. En Russie, en Abyssinie, à Beyrouth, la ladrerie du bœuf est chose excessivement commune, on ne saurait en douter.

Il ne s'agit donc plus seulement ici d'une expérience de laboratoire; le bœuf est ladre, dans certains pays, tout aussi souvent que le porc. Il ne peut y avoir à ce sujet aucune espèce de contestation. Dans ces pays, l'alimentation par la viande de bœuf ladre donne le Ténia inerme. Si M. Mégnin a quelques doutes à cet égard, il n'a qu'à consulter les faits observés par le docteur Talairach, à Beyrouth, faits cités à l'Académie de Médecine par M. Rochard.

L'équipage du *Ducouëdic*, nourri avec du bœuf ladre à son arrivée à Beyrouth, eut, deux mois après, 19 hommes sur 152 atteints de Ténia.

Les parasites expulsés étaient bien des Ténias inermes. Un examen attentif des viandes de bœuf fournies aux marins permit à M. Talairach et à un de ses collègues de reconnaître la présence fréquente de cysticerques.

La ladrerie du bœuf est souvent observée à Beyrouth, comme du reste en Abyssinie et aux Indes.

Dans ces pays, les Ténias inermes sont d'autant plus fréquents, que les populations se nourrissent de viande de bœuf peu cuites.

La ladrerie du bœuf est aussi fréquemment observée en Russie, où l'on emploie souvent le traitement par la viande crue.

Cobbold cite des expériences faites par le docteur Olives à Julleinder, dans les Indes, qui sont absolument analogues à celles que l'on a faites pour la ladrerie du porc. On a fait avaler à un jeune Indou et à un Mahométan de la viande de bœuf ladre, et trois mois après on a recueilli chez chacun des sujets en expérience des Ténias inermes.

Le Ténia inerme donne donc bien la ladrerie au veau, il ne la donne pas au porc. La viande de bœuf ladre donne le Ténia inerme. — Je suis autorisé à établir que l'histoire des migrations du Ténia inerme est tout aussi nette et tout aussi positive que celle du Ténia armé. Les preuves classiques que je viens de donner n'ont nullement le caractère

d'expériences de laboratoire. — Les expériences de laboratoire ne font que confirmer les résultats de l'observation clinique.

Les migrations du Ténia inerme sont donc tout aussi incontestables que celles du Ténia armé.

Les Ténias inermes peuvent-ils avoir un autre mode d'évolution ?

Rien jusqu'à présent ne nous permet de le croire ; les faits annoncés par M. Mégnin me paraissent insuffisants pour pouvoir servir à prouver qu'il existe concurremment avec la génération par migration une génération directe, soit du Ténia inerme, soit du Ténia armé.

Ce qui est encore bien moins probable que tout cela, c'est l'origine commune du Ténia inerme et du Ténia armé d'un même œuf.

Quelle que soit la fréquence de faits analogues chez d'autres animaux rapprochés ou éloignés de la classe des vers, on ne saurait conclure par analogie à l'existence d'un double mode de génération chez les Ténias.

Par ce qui précède, je crois avoir démontré d'une manière certaine que le Ténia inerme est soumis comme le Ténia armé à des migrations.

Les faits observés en Russie, en Syrie, en Abyssinie démontrent l'existence de la ladrerie et la fréquence simultanée du Ténia inerme. Mais une grande difficulté se présente dans l'histoire de l'évolution du Ténia inerme et son origine en France. Malgré la fréquence du Ténia inerme, personne n'a pu encore constater en France la ladrerie chez les bœufs livrés à la consommation.

Les veaux français deviennent facilement ladres expérimentalement, mais personne n'a constaté chez eux l'existence d'une ladrerie analogue à celle que l'on rencontre dans d'autres pays, en Russie, en Syrie, aux Indes, en Abyssinie.

On a vu la ladrerie du bœuf en Algérie, mais cette ladrerie doit être bien rare puisqu'on n'a pu la constater en France, dans nos abattoirs, sur les bœufs d'origine africaine.

Existerait-il pour le Ténia inerme, en France et en Europe, un mode d'évolution spécial ? c'est là une difficulté que médecins et naturalistes doivent chercher à résoudre.

La théorie de M. Mégnin serait commode pour expliquer cette lacune dans l'histoire des Ténias ; mais personne n'a vu jusqu'ici les Ténias en voie d'évolution dans les follicules intestinaux, personne n'a vu ces parasites se développer dans une cavité kystique analogue à celle que M. Mégnin a rencontrée chez le cheval. Il y a donc là, au point de vue étiologique, une assez grave difficulté.

Si nous nous adressons à l'observation clinique, nous voyons cependant un fait incontestable et qui reste inexplicable, c'est la relation presque constante entre l'alimentation par la viande crue ou saignante de bœuf, et le développement du Ténia. J'ai mis ce fait en relief dans un article

publié au *Montpellier médical*, en 1876. Les discussions qui ont eu lieu à ce sujet à l'Académie de Médecine et à la Société médicale des hôpitaux ne peuvent laisser sur ce point aucune espèce de doute.

Ces faits avaient été constatés en Russie, où Weiss avait généralisé le traitement par la viande de bœuf crue. Les malades soumis à ce traitement avaient très fréquemment le Ténia inerme. Mais il n'y avait en Russie aucune difficulté pour établir l'origine des parasites, la relation de cause à effet, la fréquence de la ladrerie chez les bœufs expliquait la fréquence du Ténia inerme.

En France, les malades qui mangent de la viande de bœuf crue ont bien le Ténia inerme; mais, jusqu'à présent, nous ne pouvons en saisir la cause dans la ladrerie du bœuf comme en Russie.

Si nous nous contentions de raisonner par analogie, nous affirmerions, que bien qu'on n'ait pas encore constaté le cysticerque chez le bœuf en France, il doit néanmoins exister.

Nous ne saurions nous contenter d'un pareil raisonnement. Un grand nombre de savants et de vétérinaires ont examiné avec le plus grand soin les bœufs sacrifiés dans les abattoirs, M. Mégnin, placé dans des conditions particulièrement favorables pour ces recherches, a fait les mêmes investigations; personne n'a pu trouver la ladrerie sur les bœufs français, ni sur ceux d'origine africaine.

La question d'origine du Ténia inerme est donc, malgré les lumières apportées par la connaissance des migrations de ces parasites, malgré les recherches récentes de M. Mégnin, un sujet encore obscur.

Les migrations sont-elles absolument indispensables au développement du Ténia ?

N'existe-t-il qu'un seul genre de filiation pour ces parasites ?

Nous sommes loin d'affirmer le contraire, mais jusqu'à présent rien ne nous prouve que le développement du Ténia puisse se faire tout entier chez l'homme de l'état d'œuf à la forme rubanée inerme ou armée.

L'homme peut bien servir de milieu favorable au développement de l'œuf du Ténia armé, ce fait est incontestable.

Les faits de ladrerie humaine ont été souvent observés et dans tous ces cas, les cysticerques étaient des cysticerques armés. La ladrerie humaine ne diffère en rien de la ladrerie du porc. Les mêmes causes ont pu produire les mêmes effets malgré la différence de milieu. Des œufs de Ténia venus du dehors sur des feuilles de végétaux ou dans l'eau peuvent pénétrer dans le tube digestif et de là ces œufs peuvent arriver dans nos divers organes.

Une autre cause de ladrerie est-elle due à l'existence préalable d'un Ténia, dont les anneaux à maturité laissent échapper des œufs dans l'intestin ? Le malade atteint de Ténia peut-il s'infecter lui-même;

peut-il devenir ladre par cela seul qu'il est porteur d'un Ténia dont les anneaux sont arrivés à maturité ? Cette cause de ladrerie doit être assez rare, car ce n'est que dans des cas exceptionnels que l'on a trouvé des sujets atteints de ladrerie, porteurs en même temps de Ténias adultes.

La fréquence de la ladrerie humaine comparée à celle du Ténia, rend peu probable la possibilité de ce mode d'évolution. En présence de la fréquence du Ténia inerme, ce n'est pas le cysticerque armé que l'on devrait rencontrer dans les kystes à cysticerques de l'homme, mais le cysticerque inerme, si l'on admettait pour cause de la ladrerie l'auto-infection.

Un courageux expérimentateur, M. Redon, a voulu savoir si le cysticerque de l'homme avalé par l'homme ne pouvait pas produire le Ténia armé. M. Redon n'a pas hésité à avaler des cysticerques vivants de l'homme, et il a contracté un Ténia armé. Le Ténia peut donc, dans des circonstances exceptionnelles, parcourir tout le cycle de son évolution chez l'homme, mais il a fallu, pour arriver à ce résultat, opérer en deux temps. Cette expérience ne saurait donc nous éclairer sur l'origine des Ténias en général et sur l'origine des Ténias de l'homme, il y a eu une véritable migration sur le même sujet.

De tout ce qui précède, nous pouvons conclure que tout semble démontrer que le Ténia inerme et le Ténia armé sont deux formes distinctes de Ténias. Ces deux parasites sont soumis à des migrations du même genre, mais non identiques.

L'évolution complète du Ténia chez l'homme est un fait exceptionnel. Nous avons bien vu l'œuf du Ténia armé de l'homme produire la ladrerie de l'homme ; nous avons bien vu les cysticerques vivants de l'homme avalés par l'homme produire le Ténia ; mais il s'agit ici d'une génération à deux phases. Il y a eu véritablement migration sur le même individu.

Un œuf de Ténia armé en se logeant dans un follicule de l'intestin peut-il parcourir tout le cycle de son développement et donner naissance à un Ténia inerme ?

Rien ne nous prouve jusqu'à présent que ce mode d'évolution soit possible.

Le Ténia inerme, comme le Ténia armé, paraissent être soumis à des migrations ; toutefois les migrations du Ténia inerme, si elles existent en France, ne sont pas encore démontrées.

Si le mode d'évolution qu'indique M. Mégnin était prouvé, nous serions bien plus à l'aise pour comprendre l'origine des nombreux Ténias inermes que l'on rencontre dans notre pays ; mais il ne suffit pas qu'une théorie soit commode pour l'accepter. Que M. Mégnin nous apporte de nouvelles preuves à l'appui de sa théorie, et nous serons très heureux de pouvoir y adhérer.

Les partisans de la théorie des migrations doivent poursuivre leurs recherches, car il est sûr qu'ils n'ont pas tout expliqué et qu'il existe encore une grande lacune à combler dans l'origine du Ténia inerme en France.

Tel est l'état actuel de la question des migrations et du polymorphisme des Ténias.

Le problème à résoudre est nettement posé, mais il ne faut pas se faire d'illusion, personne encore ne l'a complètement résolu.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION

Marquese di Monterosato. — Enumerazione sinonimia delle conchiglie mediterranee (Palermo, 1879).

11e Section

ANTHROPOLOGIE

PRÉSIDENT D'HONNEUR.....	M. le Dr GOSSE, Professeur à l'Université de Genève.
PRÉSIDENT.....	M. le Dr THULIÉ, Conseiller municipal de Paris.
VICE-PRÉSIDENTS.....	M. P. CAZALIS DE FONDOUCE, Secrétaire général de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.
	M. le Dr BERCHON, Directeur du service sanitaire de la Gironde.
SECRÉTAIRES.....	M. P. FIÈRE, Membre correspondant de la Société française de numismatique et d'archéologie à Voiron.
	M. le Dr LANNEGRACE, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Montpellier.

Séance du 28 août 1879

Après la constitution du Bureau, le Président donne lecture de la dépêche suivante :

France, Montpellier, Président de la section Anthropologique de l'Association française.

La section Anthropologique de Moscou et le comité de l'Exposition reconnaissants aux illustres membres de l'Association française, pour l'éclat donné au Congrès Anthropologique de Moscou, vous prient de leur exprimer les sentiments les plus chaleureux de sympathie et d'accepter de la part de vos collègues de Moscou les vœux les plus sincères pour la prospérité et la gloire de la section Anthropologique de Montpellier. BOGDANOW, *président;* ANOUTCHINE, *secrétaire.*

La section accueille cette communication par des applaudissements (1).

(1) Une dépêche contenant les remerciements de l'Association française a été adressée le jour même à M. Bogdanow.

M. le Dr DALLY

Professeur à l'Ecole d'anthropologie.

DANGERS DES CROISEMENTS ETHNIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

L'auteur se propose de combattre une idée fort accréditée qui prétend que les croisements humains sont utiles à la population du globe. Il passe en revue un certain nombre de groupes de métis et constate partout leur infériorité. Il cite les exemples de Haïti, le plus beau pays du monde, que les métis ont ruiné; de la colonie Liberia, qui s'éteint en proie aux factions des castes de couleur. On connaît l'extrême infécondité des mulâtres dans l'Amérique du Sud. Toutes les républiques de ce continent sont destinées à disparaître. Si le Paraguay s'est distingué un moment par une lutte splendide, cela s'explique par le fait que le président seul était un métis. A propos de ce pays, M. Dally est entraîné à développer incidemment la thèse que chaque race est susceptible d'un certain degré de bonheur. Puis, revenant à la question, il dit que les Français de race pure dominent au Canada, que la race polynésienne n'a pas fait de métis même aux îles Marquises; pas de métis parmi les populations Indiennes, aucun centre de métis en Asie. Arrivant à l'Afrique, M. Dally s'étend longuement sur l'Algérie. Il déclare qu'il ne faut pas faire de sentimentalisme en science et surtout en politique. L'école assimilatrice entraînerait la ruine de notre colonie. D'autres principes que les siens sont vrais et nécessairement applicables. Il ne faut pas mêler notre race à celles du pays, il ne faut pas en second lieu traiter *à la diable*, comme on l'a fait jusqu'ici, la question de nos rapports avec les deux groupes Kabyles et Arabes.

M. Dally conclut ainsi : 1° les croisements des races physiologiquement voisines, sont sans autres avantages et sans autres inconvénients que ceux qui résultent des circonstances au sein desquelles ils s'opèrent et de la valeur primitive des groupes; 2° les croisements entre types profondément distincts sont souvent stériles et jamais ils ne parviennent à constituer une race pure; 3° entre ces deux termes extrêmes un grand nombre des croisements entre races assez distantes, mais plus rapprochées que ne le sont les trois grands types humains, mériteraient d'être étudiés avec soin et ne l'ont pas été : de ce nombre seraient les croisements Scandinaves et Italiens, par exemple, ou Espagnols et Flamands, Franco-Russes, Franco-Kabyles, Franco-Arabes, etc.

DISCUSSION

M. Berchon fait observer que la question présentée par M. Dally est grave et que sa solution exigerait des faits, des chiffres plus nombreux et mieux vérifiés que ceux que l'on possède. Par exemple, il a vu lui-même aux

Marquises avec quel soin les blancs sont recherchés par la race pure et très belle du pays, précisément parce que ces unions sont fécondes. Les voyageurs passent vite et les statistiques sont vagues, incomplètes, inexactes.

M. Hovelacque. — Un fait général domine la communication qui vient de nous être faite. On peut admettre, avec toute vraisemblance, qu'avec le temps, la distance entre les races déjà très éloignées tend à s'augmenter encore. Le blanc prend chaque jour davantage (grâce à l'hérédité) les caractères du blanc, et le noir ceux du noir. De là, on peut supposer légitimement que plus on ira, moins seront heureux les rapprochements entre races différentes.

Quant à la colonie de Libéria, ce n'est pas tant à sa population de métis qu'elle doit son peu de succès. La cause de son échec réside en ce que l'on a prétendu faire vivre dans une civilisation quasi-européenne un groupe d'individus auxquels cette civilisation ne pouvait convenir. La civilisation est une résultante, propre à chaque groupe humain, il n'y a pas une civilisation modèle et typique qui puisse être le but de toutes les races.

M. OLLIER DE MARICHARD

Archéologue à Vallon (Ardèche).

LES TROGLODYTES DE L'ARDÈCHE OU PREMIÈRE PAGE INÉDITE DE L'HISTOIRE DU VIVARAIS

— Séance du 29 août 1879. —

Les annales du Vivarais ne remontent par très haut dans le passé. Ce n'est qu'en l'an 118 avant Jésus-Christ que le nom des Helviens est mentionné pour la première fois dans l'histoire. On aurait cru, il y a dix ans à peine, que passé cette date il était impossible de retrouver la trace de ce peuple et de remonter à son origine. Grâce aux recherches patientes, aux observations précises et aux nombreux travaux de nos savants modernes, et surtout par la science nouvelle l'archéologie préhistorique, l'histoire de l'homme avant l'histoire est retracée à l'aide des données de la science. J'ai pu, après dix années de recherches, retrouver la trace des autochthones du Vivarais, les Troglodytes de l'Ardèche, et je connais aujourd'hui non seulement le mode de leur existence, leur industrie, leur culte, et tous les détails de leur vie, mais encore la date de leur apparition dans le pays.

Comment suis-je parvenu à si bien connaître notre population primitive? En fouillant les grottes et cavernes des bords du Rhône et de l'Ardèche où habitaient nos Troglodytes, et où j'ai trouvé les restes de

leurs repas et les produits de leur industrie ; en violant leurs sépultures dans lesquelles j'ai recueilli leurs ossements et les objets de leur culte.

Les traces de l'homme quaternaire avaient été déjà pressenties par un de mes devanciers, dans les grottes des Barres, de la Gleyssasse et de Voidon, sur les bords de Chassezac. Plus tard M. le comte Lepic et moi-même nous les avons constatées dans les grottes de Soyons et dans presque toutes les grottes des bords de l'Ardèche et d'Ibie. Ces grossiers produits de l'industrie humaine remontent à l'époque Mousterrienne de la fin de l'époque quaternaire, alors que les grandes crues déposaient encore dans nos vallées et dans nos grottes les couches des niveaux supérieurs. L'homme de cette époque est, pour moi, l'homme fossile du Vivarais, c'est-à-dire l'homme dont on retrouve les restes associés aux ossements d'animaux de races depuis longtemps éteintes ou disparues, dont on ne retrouve les ossements qu'à l'état fossile. Tel est l'homme des grottes de Soyons, du Grand-Bouret et des grottes de Vallon. Il a combattu le grand ours des cavernes, vu le Mammouth, chassé et mangé le renne. Il est par conséquent antérieur à l'époque géologique actuelle. Depuis cette date, j'ai pu suivre pas à pas nos Troglodytes de l'Ardèche dans toutes les phases de leur existence, pendant les âges de la pierre polie, du bronze et du fer; assister, pour ainsi dire, à leur développement progressif, à leurs nombreuses alliances avec les races diverses avec lesquelles, par la suite des siècles, ils ont fini par se confondre et devenir le peuple Helvien mentionné par l'histoire.

De plus, j'ai cherché par mes observations personnelles, que j'émets d'ailleurs sous toutes réserves, si les habitants actuels de l'Ardèche sont les descendants de cet ancien peuple.

J'ai été amené à classer les habitants actuels de l'Ardèche en trois groupes de population bien caractérisés. Le premier groupe, que je considère comme les représentants directs des races de l'âge de la pierre polie et du bronze, occupe toute la partie sud-ouest et ouest du département. Ce groupe renferme trois types ethniques distincts. C'est la population asservie de la montagne. Le premier type est connu dans le pays sous le nom de *Padgel*. Il est brachycéphale, d'une taille au-dessus de la moyenne, brun ou chatain foncé, le teint coloré, il habite sur les hauteurs dans de petites chaumières couvertes de chaume où grouillent et pullulent bêtes et gens, dans une saleté révoltante.

Le second type est désigné sous le nom de *Rayol*. Il est dolichocéphale, d'une taille moyenne, plus maigre que le *Padgel* et moins coloré, le teint brun, à peu près aussi fort mais plus indépendant, plus orgueilleux et plus méfiant. Il habite le fond des vallées, dans les lieux où croît le châtaignier; son habitation est couverte d'ardoises. Le caractère distinctif de ces deux types est la chevelure qu'ils laissent

croître et tomber des deux côtés des tempes en longs tire-bouchons frisés, comme les Tziganes actuels dont je les crois descendants.

Le troisième type est caractérisé par sa grande taille. Il est plus dolichocéphale que brachycéphale, le teint brun, la racine du nez tronquée. Cette population rappelle l'homme des Dolmens. Pour moi, leur origine est Berbère.

L'autre partie de la population actuelle du département de l'Ardèche est celle qui offre le plus de modifications et de mélanges. La grande voie naturelle du Rhône en est la cause principale. Cette population forme deux grands groupes caractérisés par leur type ethnique d'origine, le langage, la taille, les aptitudes et les mœurs.

Pris dans leur ensemble, ces deux groupes sont en général mésaticéphales, le teint clair, blond ou chatain, la taille au-dessus de la moyenne : Ils sont serviables, industrieux, indépendants et très libéraux.

Ceux du haut Vivarais parlent un patois francisé, tandis que ceux du bas Vivarais parlent un patois gréco-latinisé. La différence des caractères ethniques de ces deux groupes d'habitants riverains du Rhône est due pour ceux de la partie septentrionale à leur origine germanique, en particulier à la race Burgonde ; pour ceux de la partie méridionale à l'influence des Grecs et surtout des Romains, ce qui me fait dire, comme un de nos historiens modernes : les habitants du haut Vivarais sont des Gaulois germanisés, et ceux du bas Vivarais, des Gaulois gréco-romanisés.

M. CAZALIS DE FONDOUCE

Secrétaire général de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.

ÉBAUCHE D'UNE CARTE ARCHÉOLOGIQUE DU DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879. —

La carte archéologique présentée par M. Cazalis de Fondouce avait figuré manuscrite à l'Exposition des sciences anthropologiques. Elle a été publiée par la Société languedocienne de Géographie. L'auteur la considère comme une ébauche qu'il veut soumettre au jugement et à la critique de toutes les personnes compétentes qui voudront bien lui prêter le concours de leurs lumières pour la réviser, l'amender et la compléter. La carte définitive, qui sera publiée après ces corrections à une plus grande échelle, est destinée à accompagner un ré-

pertoire archéologique du département de l'Hérault, dont M. Cazalis de Fondouce travaille, depuis plusieurs années, à réunir les éléments. Il fait observer qu'on ne peut pas rejeter même d'une carte préhistorique toutes les traces de ces antiques époques, dont l'histoire a gardé le souvenir, bien voilé sans doute, mais enfin fort réel, avec les noms des Ibères, des Ligures ou des Celtes. De plus dans le Languedoc, où les Romains sont venus s'établir au milieu des populations Volces qu'ils ont en quelque sorte latinisées, deux siècles avant l'ère chrétienne, on ne peut s'empêcher de rechercher, de noter les traces qu'ils ont laissées. D'autant plus qu'ils sont établis dans les localités fréquentées avant eux, de même qu'ils se sont contenté d'utiliser, en les améliorant, les voies qu'ils avaient trouvées établies, à l'état de sol naturel, par les habitants du pays. M. P. Cazalis de Fondouce résume rapidement ce que l'histoire et l'archéologie nous apprennent sur les temps qui ont précédé l'établissement de la civilisation romaine. Il considère que les renseignements donnés par les bas-reliefs de Karnak et de Médinet-Habou, indiquent d'une façon générale l'état de civilisation de tous les peuples du pourtour oriental de la Méditerranée. Or, cette civilisation, c'est celle de la fin de l'âge du bronze. Plus ou moins développée, c'était, dit-il, celle de notre littoral entre le XVIe et le XXe siècle avant notre ère. C'est sans doute à ces peuples et à cette époque qu'il faut rapporter les monuments de cet âge. On a même remarqué que l'épée des Sardiniens mentionnés et figurés dans les monuments égyptiens, est semblable à l'épée gauloise, telle qu'on la voit nombre de fois représentée sur les monnaies d'avant l'époque de Jules César. Pour l'auteur, les Ibères seraient la population autochthone de la Gaule occidentale et méridionale, et auraient déjà habité nos pays à la fin de l'époque de la pierre polie. Ce serait à eux que seraient dues les sépultures de cette époque que l'on trouve dans les grottes. — Refoulés par les Ligures, ils auraient émigré en partie dans les régions montagneuses, par exemple, dans les Cévennes, où nous trouvons leurs traces, les dolmens.

Les plus vieilles traditions conservées par les historiens et les géographes de l'antiquité, nous permettent d'avoir ainsi une vague vision de la fin de l'âge de la pierre; ces ombres légères s'évanouissent complètement au delà, et les temps préhistoriques commencent alors pour l'auteur, dans l'acception la plus stricte du mot. Dans l'Hérault, entre les stations de Bize et du pont du Gard les restes des chasseurs de renne sont bien rares et bien peu nettement déterminés. Quant à ceux d'époques plus reculées, on ne les y a pas encore rencontrés. Si l'on peut croire que l'état du littoral envahi par les eaux des fleuves et de la mer, embrasé par les feux des volcans, ne permettait pas aux hommes de l'habiter, il n'en était pas de même de la région montagneuse des hautes vallées, de l'Hérault ou de l'Orb, de toute la partie moyenne du département, et c'est là que l'archéologue doit espérer retrouver un jour ces vestiges.

M. le Dr POMMEROL
de Gerzat (Puy-de-Dôme).

LE GISEMENT QUATERNAIRE DE SARLIEVE

— Séance du 29 août 1879. —

Nous avons, il y a trois ans, soumis à la session de Clermont-Ferrand, le résultat de nos recherches sur les terrains quaternaires de la Limagne d'Auvergne. Nous avons donné la liste des espèces fossiles et la description des silex taillés, découverts dans les sables et les graviers de la vallée de Sarliève. Par l'étude minéralogique, par la comparaison des faits, nous avions conclu que l'homme existait en Auvergne à l'époque quaternaire, et que les volcans à cratère de la contrée étaient alors en pleine éruption.

Depuis ce jour, nous n'avons cessé de continuer dans ces terrains nos investigations, et notre collection de silex et de débris fossiles s'est considérablement enrichie. De nouveaux faits sont venus s'ajouter aux précédents. Il en est résulté de nouveaux rapports, de nouvelles conséquences qui ne paraissent pas être sans intérêt pour l'histoire des temps quaternaires de l'Auvergne.

Les silex taillés que nous possédons aujourd'hui et qui proviennent des alluvions de Sarliève, sont au nombre d'une soixantaine et ont été recueillis dans des sablières voisines, dans une étendue de terrain relativement restreinte. Ils appartiennent à deux types bien caractérisés : le *grattoir* et le *couteau*. Nous n'avons pas encore découvert de spécimen ressemblant à la hache, à la pointe de lance ou de flèche, malgré la sagacité des ouvriers qui savent cependant reconnaître le moindre éclat de silex travaillé. Est-ce à dire que ces instruments n'étaient pas en usage dans la contrée ? Nous ne voulons pas être aussi affirmatif et nous attendons de nouvelles recherches pour nous prononcer.

Nous n'avons rencontré qu'un seul nucléus et il est très petit. Ajoutons quelques fragments, plus ou moins grossiers, mais visiblement taillés, et ébréchés par l'usage, fragments sans forme bien déterminée, appartenant autant au type grattoir qu'au type couteau.

Les grattoirs bien caractérisés sont, par rapport aux autres instruments, dans la proportion de un sur dix. Ils sont presque tous allongés et soigneusement taillés à l'extrémité arrondie. Ce sont là, comme on sait, des caractères appartenant aux grattoirs de l'âge du renne. C'est la forme que présentent ceux qui ont été trouvés en si grand nombre

dans les cavernes du Périgord. Les grattoirs de Sarliève sont cependant moins allongés, moins élégamment taillés que ces derniers. Le silex d'Auvergne était-il plus difficile à tailler, les hommes d'alors étaient-ils des artistes moins consommés que ceux des bords de la Vézère dans l'art de tailler la pierre, ou bien ont-ils eu la précaution de ne point abandonner sur les sables de la grève, les instruments de choix? Un seul grattoir est demi-circulaire, forme que l'on rencontre assez souvent dans les stations de l'âge de la pierre polie. Ils se terminent presque tous en pointe, dans le but d'être plus facilement emmanchés. Leurs bords sont fortement usés, ébréchés, preuve d'un long usage avant d'être abandonnés.

Les *lames* ou *couteaux* présentent les plus nombreux spécimens; ils composent les deux tiers de la collection. Ce sont des éclats plus ou moins longs et épais, ayant une face inférieure simple et unie et une face supérieure comprenant plusieurs plans ou facettes. Quelques-unes de ces lames sont retaillées sur les bords, formant ainsi un tranchant plus apte à scier qu'à couper. La longueur des plus grands spécimens ne dépasse pas 10 centimètres et les plus petits n'ont guère que 3 ou 4 centimètres. Ils sont tous assez grossièrement taillés. Ils n'ont ni les dimensions ni l'élégance de ces belles lames des cavernes de la Dordogne. Sous ce rapport, ils ressemblent aux grattoirs que nous venons de décrire, et comme eux, ils présentent sur leurs bords de nombreuses traces d'usure.

La matière première de la plupart de ces instruments provient des calcaires d'eau douce de la Limagne, et l'un d'eux présente dans sa substance des graines de *Chara*. Un sixième environ a été fait au moyen d'un silex marin, provenant très probablement des faluns de la Touraine, preuve qu'il existait des relations, des échanges, entre cette dernière province et l'Auvergne, comme nous l'avons déjà établi au congrès de Clermont-Ferrand.

Un de ces silex présente des craquelures sur ses deux faces, ce qui démontre qu'il a été soumis à l'action du feu. Aucun de ces instruments n'a été roulé dans le lit de la rivière. Ils ne présentent pas la patine blanchâtre caractéristique qui recouvre les silex qui sont restés un certain temps exposés à l'action chimique de l'air. A peine abandonnés sur la grève, ils ont été recouverts par les sables et les graviers déposés par les eaux. Leur surface est unie, brillante, d'apparence vernissée. Les angles et les arêtes, quoique parfaitement marqués, ont perdu leur finesse et leur tranchant. On sait que l'aspect vernissé est un des caractères des silex quaternaires. Suivant nous ce caractère est dû au passage incessant, longtemps continué de l'eau chargée de sables et de petits graviers. C'est le frottement de ces petits corps durs et arrondis

qui lustre la surface des silex. L'aspect vernissé est donc le résultat d'un véritable polissage mécanique, qui se fait sur toute la surface, et sous la même pression. Telle est la raison qui explique comment les angles, les arêtes, la forme générale de l'instrument sont respectés et ont perdu leur tranchant.

Nous avons au congrès de Clermont, donné la liste des espèces découvertes dans les alluvions de Sarliève. Ces espèces, peu nombreuses alors, étaient néanmoins suffisantes pour classer le gisement dans l'époque quaternaire et nous signalions le mammouth, le renne, le cheval et l'aurochs. Nous avions indiqué une cinquième espèce, le chevreuil, mais un examen ultérieur du fragment de corne sur lequel s'appuyait cette détermination, a démontré que ce débris devait être attribué à un jeune renne femelle.

Durant ces trois dernières années nous avons découvert de nouveaux documents, et la détermination que nous en avons faite a été contrôlée par nos savants paléontologistes, MM. Gaudry et Pomel. Aujourd'hui nous pouvons donner une liste plus complète de la faune de Sarliève. Cette faune se trouve caractérisée par les espèces suivantes :

Carnassiers.	—	Loup. — *Canis lupus.*
—		Renard. — *Canis vulpes.*
Pachydermes.	—	Mammouth. — *Elephas primigenius.*
—		Rhinocéros. — *Rhinoceros tichorrhinus.*
Solipèdes.	—	Cheval. — *Equus caballus.*
Ruminants.	—	Renne. — *Cervus tarandus.*
—		Grand bœuf. — *Bos primigenius.*
—		Aurochs. — *Bison europæus.*
—		Bœuf plus petit. — *Bos taurus.*
Rongeurs.	—	Lièvre. — *Lepus timidus.*
—		Loir de forte taille. — *Myoxus?*
—		Écureuil. — *Sciurus?*
Oiseaux.	—	Grand-Duc. — *Stryx bubo.*
—		Sarcelle. — *Anas querquedula?*

Nous ajouterons à cette liste la mâchoire inférieure d'un rongeur qui n'a encore pu être déterminé. « Ce n'est point, m'écrit M. Gaudry, la mâchoire d'un léporidé ni d'un campagnol, elle est plus petite que dans les marmottes, plus grande que dans les spermophyles et les écureuils. »

Nous avons aussi rencontré des débris d'un rhinocéros tertiaire provenant des couches miocènes et déposés dans les graviers par le courant quaternaire.

A la suite de nos recherches, nous avons vu la faune s'enrichir d'un

certain nombre d'espèces nouvelles. Cette faune, moins riche encore que celle de certains gisements quaternaires, ceux de la vallée de la Seine, par exemple, n'en est pas moins caractéristique. Elle constitue la faune dite des bas-niveaux. Nous n'avons pas trouvé d'autres spécimens de mammouth que ceux déjà signalés au congrès de Clermont. En revanche, les débris de cheval, de renne et d'aurochs se sont montrés de plus en plus nombreux, constituant les espèces dominantes de la faune, comme dans les cavernes de l'âge du renne. Le loup est de grande taille, le renard est petit : ils sont représentés, le premier, par un métatarsien, le second par un fémur. Comme le mammouth, le rhinocéros tichorhinus est rare, et nous n'avons que trois molaires appartenant à cette dernière espèce.

Quand on examine les ossements fossiles trouvés dans les alluvions de Sarliève, on est étonné de constater que la plupart des spécimens sont plus ou moins brisés, fragmentés, tandis que les ossements intacts sont en très petit nombre. Les fragments de crâne, de vertèbre et de côte sont aussi d'une extrême rareté. Les pièces qui prédominent appartiennent à des os longs. Quelles sont les causes qui ont pu briser ainsi ces ossements, les fendre, les réduire en esquilles parfois si petites ? Telle est la question que nous allons tâcher de résoudre.

Les fractures ont été produites soit avant, soit après l'enfouissement naturel des débris osseux, sous les couches successives de sables et de graviers. Dans le premier cas, elles ne peuvent devoir leur origine qu'à la dent des carnassiers, au choc des cailloux ou à la main de l'homme. Dans le second cas, elles ont pu être occasionnées par les mouvements et la pression des terrains, ou par l'outil même des ouvriers qui ont mis les ossements à découvert.

Les cassures produites par la pioche des ouvriers sont très faciles à reconnaître. Leur surface n'a pas le même aspect que la surface normale de l'os. Elle est rugueuse, d'une couleur terne, mate; ses contours, ses bords sont nets et tranchants ; elle présente une apparence de fraîcheur remarquable, tandis que la surface normale de l'os est onctueuse, polie et brillante.

Les mouvements de pression ou de glissement de terrain sont excessivement rares. Ils produisent des fractures, analogues à celles que l'on trouve si souvent sur les os provenant d'anciens cimetières, fractures à section nette, régulière et généralement perpendiculaire à l'axe de l'os.

Les ossements que nous étudions n'ont pas été roulés dans le lit de la rivière; leurs angles, leurs arêtes, quoique légèrement émoussés et polis, sont trop nets et trop bien conservés.

Serait-ce la dent des animaux carnassiers qui les aurait ainsi fracturés? En ce cas, nous trouverions sur ce sos des mpreintes, des

éraillures, des sillons, tout à fait caractéristiques de la pression des dents.

Il ne reste donc que l'hypothèse de la main de l'homme pour expliquer l'état esquilleux, fragmenté de ces ossements.

Tous ces ossements sont onctueux au toucher, polis et brillants. Comme les silex, ils ont un aspect vernissé, qui se remarque à la surface naturelle de l'os, comme à la surface de la fracture. Nous savons que cet éclat particulier est dû au polissage produit par le frottement continuel des petits corps durs entraînés par les eaux. C'est là un important caractère qui prouve que les fractures ont été produites avant que l'os ne soit recouvert par l'alluvion.

D'autres considérations viennent prouver que ces fractures ont été produites par la main de l'homme. Si on essaie de fracturer, au moyen d'une pierre, un os frais, et spécialement un os long, on produit des fractures et des esquilles semblables à celles que nous trouvons sur les ossements de Sarlième — fractures que les chirurgiens désignent sous les noms de *fracture en* V, *en bec de flûte*, *en bec de plume*. Les bords de la fracture plus ou moins sinueux, irréguliers sont taillés en biseau, tantôt aux dépens de la table externe, tantôt aux dépens de la table interne. On voit le plus souvent une fissure plus ou moins oblique qui part du lieu de la fracture et se continue dans le corps même de l'os. Ce caractère, nous le constatons sur un grand nombre des os longs provenant des alluvions de Sarlième. De plus, il existe des os longs qui ont été fracturés avec une très grande précision dans toute leur longueur, disposition que n'aurait jamais produite une cause naturelle.

Il existe une autre particularité qui démontre que c'est certainement la main de l'homme qui a fracturé les ossements de Sarlième. C'est qu'il en est quelques-uns qui sont toujours brisés de la même manière et au même endroit. Ainsi, nous ne trouvons pas un seul cubitus qui soit soudé au radius. L'extrémité olécranienne a été fracturée violemment. L'articulation du coude est une des plus difficiles à désarticuler. Il n'était pas facile de faire cette opération avec des instruments de silex. L'homme quaternaire rompait cette articulation, en étendant les os fortement en arrière. L'extrémité cubitale devait ainsi se briser fatalement à quelques centimètres au dessous de la tête articulaire du radius. Les radius de renne et de cheval que nous possédons présentent tous les caractères que nous venons de signaler.

La première phalange ou phalange postérieure du cheval est le plus souvent partagée en deux moitiés par un coup médian. Les dents semblent aussi parfois avoir été fracturées, au niveau du collet. Les petits os qui n'ont pas de moelle, comme ceux du carpe et du tarse, sont toujours respectés.

Des faits que nous venons d'exposer, nous pouvons déduire plusieurs considérations qui donneront du gisement de Sarliève une interprétation satisfaisante :

A l'époque du renne, nous savons que l'Allier passait dans la plaine de Sarliève, au pied même du puy de Crouël. Les hommes quaternaires venaient se fixer sur les bords mêmes de cette rivière. La nature et le nombre restreint des objets découverts tendent à prouver que cette station n'était que temporaire. En effet, si la station eût été permanente, nous aurions certainement rencontré de nombreux éclats de silex prouvant que les instruments avaient été taillés, retouchés sur place, comme cela se pratiquait dans les cavernes ou les abris de cette époque. Les éclats de silex manquent au contraire presque absolument ; nous voulons parler de ces petits éclats que la fabrication détache du nucléus avant que la lame principale ne soit enlevée.

Était-ce une station de pêche ou de chasse ? Dans la première supposition, nous n'aurions pas manqué de rencontrer des ossements de poisson : ce qui ne nous est jamais arrivé. Les ossements que nous avons découverts en plus grand nombre appartiennent spécialement au cheval, au renne et à l'aurochs, trois espèces animales que l'on a surtout chassées, au temps des cavernes. C'est le cheval qui était le plus commun et le plus facile à prendre, car ses débris sont plus nombreux que ceux de toutes les autres espèces réunies. Vient ensuite le renne, puis l'aurochs. Ces animaux devaient vivre dans les vastes prairies marécageuses de la Limagne, qui s'étendaient de chaque côté de la large rivière quaternaire. L'herbe y poussait haute et épaisse. Le saule, le tremble, l'aulne et le bouleau avaient pris possession de ces terres humides, mal affermies et nouvellement déposées. Ces arbres offraient leurs ombrages aux grands troupeaux qui erraient et paissaient dans la Limagne. Les carnassiers ne semblent pas, en ce temps, avoir été nombreux, puisque nous n'avons rencontré qu'un seul os de loup.

L'homme chassait sa proie à travers les prairies et les fourrés de la grande plaine. Il aimait à s'arrêter sur les grèves de l'Allier pour se reposer et préparer son repas.

L'absence de côtes et de vertèbres prouve qu'il ne rapportait de sa chasse que les membres de l'animal tué. Il laissait aux grands loups des prairies et des marais le soin de dévorer le tronc qu'il dédaignait ou trouvait trop difficile à emporter. La nourriture, on le voit, était surabondante, et l'homme choisissait ce qu'il croyait être les meilleurs morceaux. Il allumait du feu sur la grève, pour cuire ses aliments et se chauffer lui-même. Comme il était très friand de moelle, il fracturait les os longs au moyen d'une pierre plus ou moins aiguë. Il dépeçait sa proie avec violence, et brisait les membres pour les désarticuler.

Telles sont les conclusions que les faits exposés nous autorisent à formuler. Ils établissent, à notre avis, d'une manière certaine, qu'à l'époque du renne, une population de chasseurs venait s'établir temporairement sur les bords de l'ancien Allier, qui coulait alors dans la vallée de Sarliève.

DISCUSSION

M. Cartailhac, à propos de certains passages du mémoire qui vient d'être lu, appelle l'attention sur une cause possible d'erreur. Lorsque l'on ne trouve pas de carnassiers dans un dépôt laissé par l'homme, cela ne prouve pas que les carnassiers étaient absents du pays! Les chasseurs primitifs les fuyaient et ils recherchaient au contraire les animaux d'une capture plus facile!

Répondant à une question de M. Daleau, M. Pommerol dit qu'il n'y a pas de grotte à ossements en amont de l'endroit où il a fait sa découverte, mais qu'il existe dans les environs des brèches osseuses sans silex.

M. François DALEAU

De Bourg-sur-Gironde.

LES STATIONS PRÉHISTORIQUES DES ÉTANGS D'HOURTIN ET DE LACANAU (GIRONDE)

— Séance du 29 août 1879. —

Il y a dix ans tout au plus, le long territoire Lando-Médocain, qui se trouve resserré entre la Gironde et l'Océan, n'avait fourni à l'archéologie préhistorique, comme matériaux, que quelques pointes de flèches en silex, dites *pierres d'orage*, ramassés par les bergers *haut-montés* (1) pour préserver leurs demeures du feu du ciel.

En revanche, depuis cette époque, on y a signalé au moins *cent* stations ou ateliers en plein air, où l'homme de l'époque robenhausienne a laissé des traces incontestables de son séjour et de son industrie.

Les nombreuses découvertes faites jusqu'à ce jour dans l'extrême Médoc ont donné une grande quantité de pointes de flèches admirablement ouvrées, représentant à peu près tous les types, plusieurs haches polies en silex et autres roches, très plates ou bombées, mais n'excédant pas huit ou dix centimètres de longueur, beaucoup d'instruments,

(1) Je dis *haut-montés* à cause de leurs longues échasses.

grattoirs, perçoirs et percuteurs, faits avec des débris de haches polies, et enfin une quantité considérable de lames, couteaux et grattoirs de formes spéciales.

Plusieurs cartons représentant des séries de ces différents types et appartenant soit au Musée Préhistorique de Bordeaux, soit à MM. Dulignon-Desgranges et Meynieu, ont figuré avec avantage, en 1878, au Trocadéro, à notre splendide Exposition des sciences anthropologiques.

Ayant visité la majeure partie des stations ou ateliers en plein air dont il vient d'être question, et bien qu'ils aient déjà été décrits par divers auteurs, nous nous sommes cru autorisé à en parler, car ils nous ont révélé une civilisation presque identique à celle des aborigènes des étangs d'Hourtin et de Lacanau, dont nous allons faire la description.

ÉTANG DE LACANAU

L'étang de Lacanau prend son nom du village de Lacanau, situé à environ 1,700 mètres de sa rive orientale, que nous désignerons à l'avenir sous le nom de rive gauche, les eaux s'écoulant du nord au sud. Sa surface est de 2,000 hectares; il doit sa formation, comme tous les étangs du littoral de Gascogne, à la chaîne des dunes qui ont mis un obstacle au libre écoulement des eaux de la lande vers l'Océan. Durant la saison pluviale, l'étang déborde et se répand sur la lande à une certaine distance, mais à l'arrivée des chaleurs les eaux se retirent de 250 à 300 mètres de leur rivage d'hiver.

Quatre stations ont été découvertes sur la rive gauche de cet étang.

Première station : le Poujo-des-Boucs. — En prenant la route (1) qui, du bourg de Lacanau conduit à l'étang, on arrive sur la grève et on aperçoit à gauche, à 200 mètres tout au plus du rivage d'été, un îlot qui a pour nom le Poujo-des-Boucs (2). Cette petite île n'est autre chose qu'une dune, dont la base est formée par une épaisse couche d'alios reposant sur le sol primitif de la lande, témoins les nombreuses souches de brande et autres arbustes encore en place. Son rivage, connu de longue date des archéologues girondins, a fourni des silex taillés, des débris de poteries, des monnaies et des ornements en bronze. Cette mine est épuisée aujourd'hui, car nous avons fait plusieurs fois le tour de ce mamelon, et nous n'y avons trouvé que trois ou quatre mauvais éclats de silex. Ce Poujo, on ne peut plus intéressant au point

(1) Route départementale n° 7.

(2) Le nom de *Poujo, Poujaou, Pouyo, Puch*, en patois Lando-Medocain, signifie *puy, hauteur, monticule.*

de vue ethnographique, taillé à pic du côté du nord-ouest par l'eau et le vent pendant l'hiver, a son sommet recouvert d'ajoncs de grande taille qui, avec quelques petits arbres, abritent deux ou trois huttes en bois, couvertes de chaume, placées sur le versant est. Ces cabanes servent d'abri et de magasin aux pêcheurs de l'étang; c'est là qu'ils déposent leurs engins de pêche et de chasse, leurs ustensiles de cuisine et les agrès de leurs barques. Nous y avons remarqué leurs filets, dont la plupart des poids sont faits avec des cailloux roulés, percés naturellement ou munis d'encoches, provenant du bord de la mer. Des galets de grande dimension servent d'ancres à leurs barques. Nous avons pu voir aussi des cuillères très rustiques dites *Peychottes*, faites en bois de pin, des broches à poisson, simples baguettes de brande appointées aux deux extrémités.

Deuxième station : la Rouille. — Situé à 200 mètres, au nord, de l'extrémité de la route départementale n° 7, à la limite du rivage d'hiver, cet atelier est placé au pied de la dune, à quelques mètres au sud de la *Craste* (1) de la Rouille; nous avons ramassé là une grande quantité de silex de très petite taille, dont bon nombre finement ouvrés, parmi lesquels se trouvaient de petits instruments ayant la forme d'un triangle scalène, tranchants sur le bord inférieur et retouchés sur les deux bords supérieurs, que nous nommerons *types de Lacanau.*

Certains de ces silex, reposant sur le sol primitif, paraissaient être en place; la majeure partie au contraire était sur le sable de la dune où le vent les avait entraînés. Ces derniers spécimens sont tous très petits et portent des traces d'usure causées par leur frottement sur le sable. Tous les débris de l'industrie humaine trouvés sur ce point sont des silex dont les plus petits ont des couleurs claires, jaunes ou rosées, les plus gros étant au contraire noirs ou de couleurs foncées.

Troisième station : Pisse-Lièvre. — Cet atelier est à 500 mètres au nord du précédent ; il est placé comme lui à l'entrée d'une petite vallée bornée au nord par le ruisseau de Pisse-Lièvre et au sud par les dunes.

Lorsque nous découvrîmes cette station, au mois de mai 1876, nous y avons recueilli de nombreux silex semblables à ceux de la Rouille, comme retouches et comme nature de silex, mais généralement de taille un peu plus grande, quelques rares fragments de quartz dont deux débris de percuteurs et enfin plusieurs silex ayant subi l'action du feu. Tous les instruments de cette station reposaient sur le sable de la mer. Lors de notre seconde excursion, en octobre 1877, nous fûmes très

(1) *Craste* (nom local, ruisseau).

surpris de ne rencontrer là que quelques rares échantillons, le vent d'ouest avait soufflé et le sable envahisseur recouvrait l'atelier.

Quatrième section : Bincouze. — Cette station que nous avons découverte au mois d'octobre 1877, a pour nom le Poujo-de-la-Bincouze. Elle se trouve à 10 mètres au sud de ce petit monticule, à un kilomètre de Pisse-Lièvre et à 300 mètres environ du rivage d'été. Ici, les silex sont plus gros et beaucoup plus nombreux que ceux des stations précédentes, nous y avons ramassé néanmoins une vingtaine d'instruments de petite dimension très bien travaillés, plusieurs grattoirs, des nuclei, des percuteurs en quartzites de grosseur ordinaire et quelques débris de roches diverses.

Groupés sur un espace de quinze ou vingt mètres de diamètre, tous les échantillons reposaient sur le sol primitif, quelques-uns étaient recouverts par place d'une couche de sable de cinq à dix centimètres. Trois cartons détachés de notre collection, comprenant les divers types des trois stations ci-dessus figuraient aussi à l'Exposition des sciences anthropologiques de 1878.

Après avoir exploré l'étang de Lacanau, il nous fallait absolument voir celui d'Hourtin pour compléter nos recherches; car nous avions déjà acquis la croyance que la matière première employée par les naturels lacustres, pour la confection de leurs armes et de leurs outils, provenait du bord de la mer, et nous prédisions à nos collègues, suivant la théorie que l'on verra plus loin, que les silex d'Hourtin seraient plus gros que ceux recueillis précédemment à Lacanau. Aussi, le 14 octobre 1878, nous mettions-nous en route avec nos collègues bordelais, MM. Dulignon-Desgranges, Meynieu, Motelay et Noguey, pour aller à la découverte sur les bords du dit étang.

ÉTANG D'HOURTIN

L'étang le plus grandiose de tout le littoral girondin et celui où l'on peut admirer la sauvage nature dans toute sa splendeur, est sans contredit l'étang d'Hourtin, qui doit son nom au village bâti à trois kilomètres de sa rive gauche. Cet étang, séparé de l'Océan par quatre kilomètres de dune, est à 13 mètres d'altitude; il a dix-sept kilomètres de long sur trois à cinq de large; sa superficie est de 5,300 hectares; sa profondeur, très faible à l'est, atteint 13 mètres environ au pied des dunes de l'ouest.

Une exploration de deux jours nous a permis de découvrir quatre stations en plein air sur la rive gauche; nous les avons signalées à la Société archéologique de Bordeaux (1), afin de prendre date.

(1) Voir *Procès-verbaux*, t. V, p. 13.

Station n° 1, dite du Débarcadère — Quand on arrive à l'extrémité de la route départementale n° 25, qui du village d'Hourtin conduit à l'étang on aperçoit une longue jetée faisant suite à cette voie ; c'est à environ 100 mètres au sud du centre de ce débarcadère que se trouve la première station, à laquelle nous avons donné le nom de station n° 1, dite du Débarcadère. Nous y avons recueilli une grande quantité d'échantillons, parmi lesquels une très jolie pointe de flèche, de nombreuses petites lames, *types de Lachanau*, des grattoirs, des nucléi, des silex brûlés, d'autres silex roulés presque tous jaunes recouverts d'une patine vernie et enfin un assez grand nombre de quartz.

Station n° 2 : Lachanau. — Ce point se trouve à 150 mètres au nord du ruisseau dit *Lachanau* (le chenal) qui se jette dans l'étang. Ici, les silex deviennent plus nombreux, leur nature et leur grosseur changent, on ne rencontre que très peu de silex roses translucides, les lames proviennent de nucléi plus gros et nous ne voyons plus que quelques rares spécimens rappelant d'une façon assez vague ceux de Bincouze (Lachanau). En revanche, nous y avons recueilli plusieurs grattoirs de forme arrondie, semblables à ceux du Gurp (Littoral), une pointe de flèche à ailerons, quelques flèches que nous croyons être d'un genre nouveau et que nous avons déjà désignées (1) sous le nom de *pointes en forme de trait*, une pointe cristalline d'hématite rouge (fer oxydé anhydre) qui a peut-être servi pour le maquillage ? un petit morceau de bronze informe et quelques pièces de monnaie du siècle dernier perdues probablement par les bergers ou les pêcheurs.

Station n° 3 dite de Lagnière (à la Carlisse). — A 100 mètres au sud de Lachanau, et à quelques mètres à l'ouest de la dune, se trouve la troisième station. Les silex très nombreux n'ont plus du tout le faciès de ceux de Lacanau, mais bien celui des beaux spécimens des stations littorales du Bas-Médoc (Le Gurp et La Pinasse). Nous y avons ramassé des percuteurs pugillaires en quartz et en silex, de belles lames atteignant $0^{m},10$ centimètres, de très nombreux grattoirs ronds ou à peu près ronds, peut-être plus beaux que ceux du Gurp, une belle flèche de forme lancéolée et une grande quantité de *pointes en forme de trait.*

Ici, notre prévision est complètement réalisée, les silex sont en effet *beaucoup plus gros* que ceux de Lacanau, qui deviennent très rares, nous n'avons pu recueillir que deux ou trois petits instruments dits types de Lacanau. L'atelier peut avoir 60 mètres de long sur 15 de large : nous y avons trouvé les percuteurs, les nucléi et les éclats en place, reposant sur le sol primitif et recouverts tantôt par une mince couche

(1) Voir *Bulletin de la Société archéologique de Bordeaux*, t. V, p. 13 (Procès-verbaux).

de sable argileux, couleur de rouille, tantôt par le sable de la mer.

Station n° 4 : La Carlisse. — Au sud-sud-ouest de l'atelier de Lagnière et à environ un kilomètre, se trouve la station n° 4 dite de La Carlisse, où nous retombons en plein dans les silex de Lacanau, pour ne retrouver que quelques échantillons de la station précédente. Nous avons pu y ramasser des pointes en forme de trait, une petite flèche en silex blanc, trois ou quatre grattoirs, deux silex types de Lacanau et un assez grand nombre d'éclats et de nucléi toujours en silex de Lacanau. Nous voyons sur ce point, comme à la station n° 1, les silex placés sur le sol primitif qui a été légèrement raviné par l'action des vagues; aussi les échantillons sont-ils un peu roulés et disséminés sur un espace de 150 mètres de long sur 10 mètres de large.

CONCLUSIONS

Les silex que nous avons recueillis dans les huit stations des étangs d'Hourtin et de Lacanau, reposant sur l'ancien sol de la lande, étaient à notre avis parfaitement en place, surtout à Bincouze et à Lagnière; — quand nous disons en place, nous voulons dire sur les points où ils avaient été laissés par les naturels. — Il n'en est pas tout à fait ainsi de ceux des stations de La Rouille, Pisse-Lièvre, Le Débarcadère, Lachanau et La Carlisse, qui étaient aussi à peu près en place, à part le déplacement qu'a pu leur faire subir une eau sans courant bien que quelquefois assez agitée. Il est probable que ces divers ateliers ont été d'abord recouverts par l'eau des marais, puis par les dunes, comme va l'être celui de Pisse-Lièvre et comme l'a été celui du Poujo-des-Boucs; et enfin par l'eau des étangs.

Depuis la canalisation, qui remonte à 1860 (1), le niveau des eaux a baissé de $1^{m},50$, aussi les ateliers ne sont guère plus submergés que pendant la saison des pluies. Il n'a pas encore été question de la rive droite des étangs, bien que nous l'ayons visitée, car nous croyons que toute recherche archéologique serait inutile sur ces rivages dont le sol primitif est recouvert d'une couche de sable blanc de plusieurs mètres d'épaisseur.

Comme nous le faisions remarquer à nos collègues lors de notre excursion sur le littoral de Gascogne, en mai 1877, les galets rencontrés sur la plage en se dirigeant du nord au sud, sont presque tous des silex qui augmentent en nombre et en grosseur à mesure que l'on se rapproche de la station balnéaire de Montalivet, point où ils atteignent le maximum de leur taille, pour diminuer de volume et devenir plus rares

(1) Commencée en 1860 et terminée en 1873.

à mesure que l'on s'éloigne de ce centre. Aussi, avons-nous la certitude aujourd'hui, que les blocs matrices employés par les autochthones des stations des étangs et du littoral, étaient certainement recueillis sur l'immense plage océanique, car les instruments provenant des ateliers du Gurp et de La Pinasse, qui sont placés près de Montalivet sont plus nombreux et plus volumineux que ceux d'Hourtin, point plus éloigné, et qu'enfin les échantillons recueillis à Hourtin sont de plus grande taille que ceux de Lacanau, localité encore plus distante. Il est même probable, que les naturels dont il vient d'être question ne pouvaient récolter leurs cailloux qu'en hiver, quand la tempête avait dénudé la côté qu'une assez grande épaisseur de sable recouvre pendant la belle saison.

Les nombreux petits silex très bien retouchés, mesurant de 8 à 16 millimètres de long sur 2 et 4 millimètres de large, que nous avons déjà indiqués sous le nom de *types de Lacanau*, devaient servir fixés à des harpons, comme le pratiquent encore les habitants des îles Fidji, qui cousent des dents de squales à des morceaux de bois destinés au même usage.

Les silex que nous avons nommés plus haut, pointes en forme de trait, ont dû servir de pointes de flèches. Nous possédons dans notre collection une série de pointes presque semblables provenant de la Grotte des Fées, commune de Marcamps (Gironde), et appartenant à l'époque du Renne.

Age. — Bien que nous n'ayons pas trouvé le moindre débris de hache polie sur le bord des deux étangs, et que nous ignorions si quelque observateur a rencontré le moindre fragment de ces instruments, si communs dans les ateliers néolithiques du Gurp, La Pinasse, Tallais et Taillebois (Bas-Médoc), nous croyons néanmoins pouvoir affirmer que les huit stations des Étangs d'Hourtin et de Lacanau sont synchroniques des ateliers dont il vient d'être question ci-dessus. Toutefois, nous doutons fort que les habitants lacustres aient jamais connu ceux de l'extrême Médoc, qui certainement leur auraient donné ou échangé des pierres polies. On peut aussi expliquer l'absence des haches polies dans ces stations lacustres par le manque de grosseur des blocs matrice et surtout par le manque total de polissoirs.

M. DELORT
de Saint-Flour.

FOUILLES D'UN DOLMEN A FREYSSINET, D'UNE SÉPULTURE A CHASSAGNETTE ET D'UNE CAVERNE DES BORDS DE L'ALLAGNON (PUY-DE-DOME).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

Auprès du village de Freyssinet, près Saint-Flour, on connaissait un dolmen en ruine dit Peyre levade. L'auteur, à peu de distance de ce monument, remarqua les ruines d'un autre ayant 3 mètres de long sur 0m,95 de large. Avec des ossements humains brisés et en désordre, gisaient trois pointes de flèche, taillées avec le plus grand soin en forme de feuille de laurier, une sorte de perçoir en silex, un petit anneau en bronze, tout à fait analogue à ceux que certains archéologues suisses ont considérés comme des monnaies; les débris de quinze sortes de vases.

Des ouvriers occupés aux travaux de rectification du chemin qui traverse le village de Chassagnette, ayant dû déplacer une croix, trouvèrent sous les marches qui lui servaient de piédestal un squelette humain. Averti par un maire intelligent, M. Delort put recueillir une boucle qu'il suppose gallo-romaine ou du haut moyen âge. D'autre part, les paysans de Chassagnette font faire aux bêtes nouvellement venues, trois fois le tour de cette croix. Une noce ne passe jamais devant elle sans s'arrêter pour danser. Ceci rappelle qu'à Veyre-Mouthon (basse Auvergne), les femmes qui veulent avoir du lait vont faire gravement trois fois le tour d'une pierre sur laquelle on a érigé récemment une statue de la Vierge.

Enfin, M. Delort annonce qu'un sondage rapide lui a révélé l'existence de silex taillés et d'ossements brûlés, dans une grotte abri des bords de l'Albagnon. Il espère que l'Association française voudra bien venir à son aide, en considérant que ces fouilles promettent des résultats nouveaux pour le Cantal.

DISCUSSION

M. le docteur Pommerol prend la parole à l'occasion des renseignements fournis par M. Delort sur une pierre curieuse située, sur la colline de Veyre-Mouthon. Il connaît cette pierre qui est de granit ou de basalte. Elle a 50 centimètres environ de haut, et est de forme prismatique rectangulaire. A la face supérieure se trouve une cavité taillée intentionnellement. Sur une des faces latérales on observe une croix grossièrement sculptée. Les pratiques superstitieuses rappelées par M. Delort sont intéressantes, en ce qu'elles pourraient bien se rapporter à l'ancien culte phallique.

Ce culte paraît avoir été en grand honneur dans la province d'Auvergne. Il

existe des noms de saints locaux qui le rappellent, comme saint Fouté, dans les montagnes du Puy-de-Dôme. A Saint-Flour, m'a dit M. Delort, on adore un saint désigné sous le nom de saint Foutin.

M. le docteur Pommerol cite encore une pratique superstitieuse qui existait il n'y a pas longtemps, à Orcival. Là, se trouve une magnifique église romaine et tous les ans on y fait un pèlerinage à la Vierge noire. Mais autrefois, tous les pèlerins ne venaient pas seulement adorer la Vierge. Il existait dans les environ, une pierre phallique, et les femmes qui avaient le désir de la maternité venaient y pratiquer des attouchements.

Pourquoi une si belle église, pourquoi ce pèlerinage en ce lieu perdu dans les solitudes des montagnes? Aux temps païens, aux époques gallo-romaines et peut-être gauloises, il devait exister là, un temple dédié au dieu de la fécondité. Ce dieu avait sans doute une grande renommée, puisque le christianisme, qui a construit des temples partout où se pratiquait l'ancien culte, avait jugé nécessaire de construire une grande et superbe église, pour détourner le pèlerinage à son profit et pour essayer de détruire les pratiques superstitieuses du paganisme.

Puisque les cavités creusées intentionnellement sur certaines pierres, paraissent indiquer les pratiques de l'ancien culte phallique, M. Pommerol cite une pierre remarquable qui forme le soubassement d'un plein-cintre, dans un des murs de l'église romaine de Gerzat. Sur cette pierre se voient des cavités demi-sphériques. Les unes, les plus anciennes, polies, régulières, patinées comme la surface de la pierre, affectent la disposition d'une croix. Les autres plus irrégulières paraissent moins anciennes. Ce n'est pas la première fois, que des pierres à écuelles se rencontrent dans les murs des églises. On en a cité spécialement en Bretagne et en Allemagne. Faut-il voir en ce cas, une pierre qui était l'objet d'un culte spécial se rattachant à d'anciennes superstitions? Cela est possible, et les faits cités dans cette discussion nous autorisent à le penser.

D'après M. Hovelacque, deux faits prouvent que la pierre est véritablement un reste de monument phallique. C'est d'abord la survivance de la tradition et la pratique continuée jusqu'à nos jours; c'est ensuite le fait même de l'imposition du signe chrétien sur ladite pierre. Ce signe a été mis précisément pour détourner l'affectation du monument. C'est ce qui a eu lieu un nombre considérable de fois.

M. le Dr GOSSE
Professeur à l'Université de Genève.

MATÉRIEL DE L'OUVRIER EN MÉTAUX A L'AGE DU BRONZE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 29 août 1879.

M. le Dr Gosse a la bonne fortune d'être à la tête d'un musée important que les découvertes récentes d'une riche palafitte auprès de Genève a singulièrement enrichi. Il a voulu rechercher parmi des milliers d'objets, quels étaient ceux qui méritaient le nom d'outils et spécialement ceux qui étaient nécessaires au travail du métal. Il s'est mis en rapport avec les ouvriers en métaux, leur a présenté les parures, les armes en bronze fondues ou martelées, quelquefois l'un et l'autre, souvent ciselées et ornées, et il a demandé la série des outils nécessaires pour fabriquer ces pièces. On a ainsi présenté à M. Gosse une nombreuse collection d'outils, quelques-uns avaient dû être empruntés à des ateliers d'horlogerie.

M. Gosse s'est mis alors à chercher dans les bronzes des palafittes tous les similaires de ces outils modernes, et il les a trouvés. Il a présenté les deux séries à Montpellier. M. Gosse a expliqué l'usage de chacun de ces outils, et il a même fait remarquer des perfectionnements *oubliés*. Ainsi, le forêt avec sa pointe si caractéristique, avait sa base creusée et tournait sur une pointe au lieu d'être pointu et de tourner dans un creux comme de nos jours.

M. Gosse a présenté ensuite une plaquette en or estampée, qui semble démontrer la connaissance d'une machine à guillocher.

Les traits fort rapprochés, parfaitement parallèles, arrêtés net e repris un peu plus haut, donneraient raison à la thèse du savant genevois, qui ajoute que dans les palafittes la division du travail existait : on trouve ensemble et en nombre les mêmes objets.

M. Ludovic MARTINET

POLYDACTYLIE HÉRÉDITAIRE CHEZ LES GALLINACÉES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

Séance du 30 août 1879.

M. Ludovic Martinet présente à la section le résumé de ses observations sur l'hérédité d'une polydactylie chez les gallinacées, hérédité indépendante de toute sélection artificielle. L'anomalie qui consiste dans l'apparition d'un pouce surnuméraire, se perfectionne d'année en année : les premières observations remontent à 1871 (1).

M. Philippe SALMON

Membre de la commission des monuments mégalithiques à Paris.

DICTIONNAIRE ARCHÉOLOGIQUE DU DÉPARTEMENT DE L'AUBE, ÉPOQUE CELTIQUE, AVEC UNE CARTE

— *Séance du 30 août 1879.* —

J'ai l'honneur de présenter à la section d'anthropologie le manuscrit d'un Dictionnaire celtique de l'Aube, avec une carte; comme pour l'œuvre considérable entreprise par la Commission de topographie de la Gaule, le mot *celtique* s'applique aux découvertes et aux monuments antérieurs à la conquête de notre pays par les Romains. La critique n'est point impossible, mais j'ai cru pouvoir employer un titre connu et accepté. Nous avons d'ailleurs bien d'autres expressions conventionnelles pour désigner des objets recueillis dans nos recherches préhistoriques (2). Si nous ne sommes pas sûrs de leur exactitude, nous ne sommes pas moins obligés de nous en servir pour nous entendre.

Comme pour le Dictionnaire celtique de l'Yonne, présenté en 1875 au congrès de Nantes, j'ai suivi l'ordre alphabétique des communes; mais j'ai fait des tableaux par âges, par arrondissements et cantons,

(1) Voir *Bulletin de la Soc. d'Anthro.* Séance du 17 mai 1877, 4 avril et 5 décembre 1878.
(2) Grattoire, écrasoirs, aiguisoirs, équarissoirs.

afin d'offrir les divers moyens d'étude qu'on peut désirer, soit pour la topographie, soit pour le temps.

J'ai porté les monuments et les découvertes sur la carte publiée à Troyes, en 1864, par M. Leloup; j'en ai rapproché une petite carte géologique due à M. Boutiot, afin de permettre de voir autant que possible la nature des terrains où reposent les monuments, où ont été faites les découvertes. Mais quand mon travail se publiera, je me propose de prendre une carte géologique, comme celle de M. Leymerie, devenue rare.

La meilleure des cartes serait assurément celle qui indiquerait les monuments à leurs places respectives, et les découvertes aux endroits mêmes où elles ont été effectuées; mais beaucoup de renseignements manquant de précision, on serait réduit à s'en priver pour acquérir cette perfection, ou bien il faudrait : 1° mettre à leurs emplacements, quand on les connaît, les monuments et les découvertes; 2° mettre au chef-lieu de la commune les indications dont l'emplacement précis n'est pas connu. On pourrait donner aussi une couleur aux signes en place et une autre au reste. Mais on n'éviterait pas une certaine confusion. Je me suis borné à tout grouper, sur ma carte, au chef-lieu de la commune, le Dictionnaire donnant tous les détails de situation que j'ai pu rassembler.

J'ai eu recours à la légende internationale, si commode et si utile pour être comprise par tout le monde et partout. Je ne me suis pas servi des couleurs, pensant, comme plusieurs de nos collègues, qu'on obtient une harmonie plus grande avec des signes dont la valeur réside dans la forme et qu'on peut faire à la plume à tout moment. A ces signes publiés en 1875 (1), j'ai eu besoin d'en ajouter deux : 1° un pour les polissoirs, constitué au moyen d'un cercle représentant la roche, de barres représentant les rainures et de petits ronds représentant les cuvettes; 2° un pour les monnaies gauloises, constitué au moyen du radical de la découverte surmonté d'un M.

J'ai tracé sur ma carte la limite orientale de la traînée de blocs de grès sauvages qui vient de la Marne, traverse l'ouest de l'Aube et se poursuit, par l'Yonne et Seine-et-Marne, jusqu'au delà de la forêt de Fontainebleau ; cette ligne, due à M. Leymerie, est susceptible peut-être de quelque légère rectification. Tous les monuments mégalithiques de l'Aube et tous les polissoirs sont à l'ouest de cette limite; d'où il faut conclure que leur situation a été commandée par le gisement de la matière première. On a reconnu à peu près partout que les déplace-

(1) *Matériaux pour l'Histoire de l'Homme*, 2e série, t. VI, livraison supplémentaire.

ments de roches n'ont pas été généralement considérables. Les menhirs et les dolmens ont été le plus souvent élevés à proximité et particulièrement sur la déclivité du terrain qui fournissait les blocs.

Au delà de cette ligne, vers l'est, les grès manquent, on ne trouve plus que des calcaires grossiers d'une destruction facile : aussi, plus de monuments mégalithiques; si par impossible on en avait fait avec ces calcaires, ils auraient depuis longtemps péri. Un menhir avait été signalé à Essoyes, pays qui ne renferme pas de roches durables; j'ai pris des informations, et je reçois avis ce matin que ce menhir est inconnu.

Si les monuments mégalithiques n'existent guère que sur des terrains donnant la matière première ou dans leur voisinage, on peut en dire à peu près autant des instruments de silex; ils abondent dans les contrées qui contiennent beaucoup de silex, ailleurs ils sont moins nombreux ou bien ils sont importés. L'abondance est proportionnelle à la richesse des gisements; dans certaines localités, la recherche en est presque inépuisable; les labours les ramènent incessamment à la surface, ce qui fait que les collections en sont pleines et que beaucoup de cultivateurs en possèdent. On a recueilli quelquefois des haches polies dans les fondations des bâtiments, ce qui a conduit à supposer qu'on avait voulu les protéger contre les atteintes du tonnerre au moyen de ces pierres réputées tombées du ciel. C'est une superstition analogue à celle de la Bretagne, avec la différence que les Bretons placent les *pierres de foudre* dans la toiture des maisons.

Ce sont les arrondissements de Nogent-sur-Seine et de Troyes qui renferment des blocs de grès et qui possèdent le plus de mines de silex; c'est dans ces arrondissements que sont les monuments mégalithiques et la plus grande quantité de silex travaillés.

J'ai marqué par un G, sur ma carte, les communes qui contiennent des blocs de grès, et par un S, celles qui recèlent du silex. C'est une indication utile pour les territoires sur lesquels on n'a pas encore reconnu de monuments ni recueilli de silex ouvrés. En y faisant des recherches attentives, on aura peut-être la satisfaction de combler des lacunes.

Les arrondissements d'Arcis-sur-Aube, Bar-sur-Aube et Bar-sur-Seine n'ont ni menhirs, ni dolmens, ni polissoirs, parce qu'ils ne renferment que peu ou point de silex et ne possèdent que du calcaire destructible.

Les cinq arrondissements ont des tumulus, des sépultures et des camps.

L'âge du bronze et le premier âge du fer sont peu représentés.

Dans le cours de mon travail, j'ai indiqué les gués, les sources en

vénération, les traces archaïques de la métallurgie du fer, certains noms de climats.

Les gués, qui ont précédé les ponts, ont été fréquentés aux temps préhistoriques, et l'on sait que la configuration de notre pays a peu changé depuis la pierre polie ; les investigations doivent y être plus fructueuses qu'à tous autres endroits des bords et du lit des cours d'eau.

Les sources et les fontaines ont reçu, aux âges de la pierre et du bronze, et depuis, des témoignages de reconnaissance et de piété que nous retrouvons et qui seraient plus nombreux encore dans nos collections, si les curages étaient surveillés, si des fouilles méthodiques étaient faites. Telle fontaine, dans l'Aube, a livré une pointe de flèche en silex ; dans les sources et les cours d'eau, avec une attention soutenue, on recueillera des objets inespérés. Les dragages des rivières ne doivent pas être moins surveillés ; l'amélioration de leur lit, projetée par l'État, fournira d'excellentes occasions.

Les amas de crassiers, les résidus des exploitations élémentaires laissent sur le sol des traces presque indélébiles, et il n'est pas téméraire de croire qu'une partie au moins est due aux métallurgistes du premier âge du fer.

Les noms de climats sont quelquefois des révélations, et il n'est pas permis de les négliger. Les monuments mégalithiques disparus ont souvent légué leur souvenir aux contrées qui ont retenu des noms génériques comme *Pierre levée, Pierre couverclée*, etc. Les tumulus, abaissés ou détruits par la culture, se retrouvent dans les noms de *tombelles, monceaux, thureaux*. Le nom de *champ Gallois* ou *Gaulois* est souvent un indice, je l'ai plusieurs fois signalé, et M. Frédéric Moreau a exploré, pour ainsi dire de confiance, dans l'Aisne, un lieu dit *clos Gaulois* : il y a trouvé des sépultures et un tumulus auxquels on n'avait pas songé jusque-là. Les *bruyères* et les *landes* restées incultes sont empreintes encore d'un passé reculé.

Bien d'autres climats, rien qu'à l'étiquette, méritent d'être étudiés, en voici quelques-uns : *Bataille, Branle des Fées, Bruyères, Butte, Grande Borne, Gros Caillou, Champ dolent, Châtellier, Cave aux Fées, Chemin des Fées, Désert, Folie* (dans le sens de Fades, Fées), *Fosses, Fosse ronde, Fosse à la Fille, Fosse au Prêtre, Homme mort, Landes, Mardelle, Motte, Pierrefitte, Pierre qui tourne, Pierre au Diable, Pierre au Sorcier, Pierre aux Couteaux, Pierre aiguisoire, Pierre couchée, Pierre percée, Pierre pointe, Roche qui cogne, Tertre, Tombes*, etc.

Il convient également de consulter les anciens procès-verbaux de reconnaissance de limites des anciens territoires ou seigneuries. On y a trouvé des repères empruntés à des monuments mégalithiques.

Portons notre attention vers les éminences, les plateaux, les promontoires, vers tous les points faciles à garder. Toutes les civilisations y sont quelquefois superposées.

Les légendes demandent à être recueillies, mais seulement quand elles peuvent être considérées comme l'écho des temps celtiques, quand elles se rattachent à des monuments qui leur donnent un corps. Je n'en citerai qu'une pour ménager vos instants. Quand, en 1853, M. le docteur Chertier, de Nogent-sur-Seine, a fait le récolement des monuments mégalithiques de cet arrondissement, il a eu soin partout d'interroger les vieillards; ce qu'il a fait particulièrement dans la commune d'Avant pour le menhir de la *Pierre au Coq*. « *Tout le monde ici*, lui a-t-il été répondu, *connait cette grande pierre : Attila, lors de son passage, dès qu'il l'eut aperçue, a couru l'embrasser.* » C'est une tradition vivace qui conserve la mémoire d'un usage antique consigné dans les historiens. Arnobe, entre autres, au IIIe siècle, rapporte qu'on embrassait, comme si elles eussent renfermé quelque vertu divine, les pierres frottées d'huile (1). On a cherché, au moyen de cette friction, à expliquer le nom de Fritte que portent des menhirs, notamment un sur Bérulles (Aube); mais il faut peut-être voir plutôt dans ce mot une corruption de *Fitte* donné à d'autres pierres levées.

Je ne veux plus retenir votre attention que pour le tableau résumé des monuments et des découvertes du département de l'Aube; en voici le recensement :

33 menhirs existants ou détruits;
52 dolmens subsistants, dégradés ou disparus;
33 tumulus;
45 sépultures ou cimetières des trois âges;
15 camps;
144 découvertes paléolithiques;
530 découvertes néolithiques;
21 polissoirs existants ou détruits;
55 découvertes de l'âge du bronze;
43 découvertes de l'âge du fer;
18 découvertes de monnaies gauloises.

Les découvertes paléolithiques, à la surface du sol, se concentrent dans les arrondissements de Troyes et de Nogent-sur-Seine, aux environs de la forêt d'Othe.

Dans l'arrondissement de Troyes, des alluvions ont livré des instruments paléolithiques; on y a généralement aussi recueilli des instruments néolithiques.

(1) *Matériaux pour l'Histoire de l'homme*, 1878, p. 564.

Les roches étrangères, sous forme de haches polies, se sont rencontrées assez souvent. J'en ai fait l'inventaire, sauf à le vérifier, en prenant la désignation de la matière, telle que l'ont donnée les possesseurs de collections ou les recueils analysés. On ne peut délaisser ce point de vue intéressant pour l'étude des migrations et de l'industrie :

1° Arrondissement d'Arcis-sur-Aube, une hache en jade à Méry-sur-Seine.

2° Arrondissement de Bar-sur-Aube, une hache en jade à Courcelles et une à Vauchonvilliers, une hache en serpentine à Vauchonvilliers.

3° Arrondissement de Bar-sur-Seine, une hache en jade à Bourguignons, et deux à Essoyes, deux haches en serpentine à Fouchères.

4° Arrondissement de Nogent-sur-Seine, une hache en jade au Plessis-Barbuise.

5° Arrondissement de Troyes, deux haches en jade à Aix-en-Othe, une à Bérulles, une à Paisy-Cosdon, deux à Rigny-le-Ferron, deux à Chessy, deux à Ervy, une à Chennegy, une à Clérey, une à Estissac ; une hache en chloromélanite à Aix-en-Othe et une à Villemaur, enfin une hache en serpentine à Pont-Sainte-Marie.

Dr BERCHOIN

Directeur du service sanitaire de la Gironde.

SUR L'AGE DU BRONZE EN MÉDOC

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 30 août 1879.

M. le Dr Berchon dit que le Médoc passe pour avoir peu de bronzes préhistoriques. Dans cette région la carte de M. E. Chantre est blanche, sauf deux points. Mais il est exact de dire que ces objets sont recherchés depuis bien peu de temps, et M. Berchon n'a pas eu de peine à retrouver le souvenir d'anciennes découvertes de trésors ou de fonderies. On a trouvé ainsi des lots de 200, de 10, de 29, de 41, et enfin de 46 haches, en général de formes variées, mais avec prédominance du type de ciseau à longs ailerons. On avait cru que ces trouvailles étaient spéciales à la côte, mais dernièrement on a recueilli 12 haches au centre des terres. M. Berchon a été assez heureux pour recueillir une centaine de ces objets ; il fait passer un choix sous les yeux de la section et signale principalement une de ces haches-ciseau à ailerons qui est entourée d'un anneau mobile, mais qui a été primitivement rivée à un manche disparu.

DISCUSSION

Une discussion s'engage ensuite entre MM. Gosse, Cartailhac et Berchon sur l'histoire de la hache, sur les divers systèmes d'emmanchures et particulièrement sur le rôle de l'anneau ou des deux anneaux qu'offrent certaines haches très communes d'ailleurs. On s'accorde à reconnaître comme rarissime, sinon unique, le spécimen présenté par M. Berchon. On possède cependant une emmanchure (en Italie) autour de laquelle est encore adhérent le ruban métallique qui liait la hache au manche.

M. Ludovic Alexandrin, de Stockholm, assure avoir vu un instrument pareil dans son pays. Il promet de demander des renseignements, et en effet, ayant télégraphié, il put apprendre le lendemain à la section, que la pièce suédoise avait été trouvée à Upsal et appartenait à M. Karl Hertzoë.

M. J. Da SILVA

Correspondant de l'Institut de France, architecte et gentilhomme de la maison du roi de Portugal à Lisbonne

NOTICE SUR LES MONUMENTS MÉGALITHIQUES DU PORTUGAL

— Séance du 30 août 1879.

Quand l'Association française pour l'avancement des sciences me fit l'honneur de m'inviter pour assister à son inauguration dans la ville de Bordeaux en 1872, j'ai pris part aux travaux de la section d'archéologie, et dans une des sessions, M. le docteur Prunières présenta la carte avec les dolmens du département de la Lozère, et dit qu'il remarquait que presque tous les dolmens étaient construits tout près des ruisseaux. Dans cette même occasion, j'informai les membres de cette section que j'avais fait aussi la même remarque en Portugal, car les dolmens qui n'étaient pas construits sur le sommet des collines se trouvaient placés, presque toujours, auprès des cours d'eau : c'est là que les peuples qui les avaient construits ont trouvé convenable de faire ces constructions ; et s'ils ont donné la préférence à ces endroits, c'était sans doute pour suivre, non seulement les cours des rivières afin de faciliter leur marche, et aussi afin de pouvoir recourir à la pêche pour se nourrir; ils ont ensuite laissé ces monuments sur leur chemin pour marquer leur passage dans la contrée aux tribus qui les auraient suivis dans leur immigration, pour leur indiquer aussi où étaient ensevelis leurs chefs.

Dans cette même séance, j'ai promis de m'occuper de faire aussi une carte avec les monuments mégalithiques qu'il y a en Portugal ; travail que je voulais présenter au Congrès de Buda-Pest, mais il m'a été impossible de m'y rendre, et même alors cette carte n'était pas encore achevée. Je suis heureux de pouvoir la présenter aux archéologues réunis cette année à Montpellier et j'ai prié mon très honoré collègue, M. Cazalis de Fondouce, d'avoir la bonté de lire cette notice et d'offrir la carte qui montre les monuments mégalithiques du Portugal; ainsi que de présenter mes excuses de ne pas pouvoir me rendre à l'invitation que m'a fait l'honneur de m'adresser M. le maire de la ville de Montpellier, et de le remercier en mon nom de son amabilité, et au bureau de l'Association Française combien je suis obligé pour leur souvenir. Malgré que ce travail ne soit ni complet ni parfait, toutefois, il fait voir où sont placés ces constructions chez nous, et quelles sont les provinces où ils se trouvent en plus grand nombre.

Les archéologues sont d'accord que les constructions mégalithiques se trouvent en diverses régions; mais on les voit en plus grand nombre en Asie, en Syrie, en Arabie et dans l'Afrique septentrionale ; cependant les dolmens qui ont été le mieux examinés sont ceux de l'Europe. Dans cette partie du monde, les dolmens occupent une longue zone, depuis la Courlande jusqu'en Portugal; et malgré la destruction très grande qu'on en a faite, on en trouve encore dans ce dernier pays quelques-uns plus ou moins bien conservés. En Portugal, il y avait anciennement un très grand nombre de ces monuments ; mais dans la province de *Minho* seulement on a découvert, dans ces derniers temps, trois dolmens : car, comme j'avais informé le Congrès international d'anthropologie et d'archéologie de Bologne en 1872, on supposait que dans cette province il devait y avoir eu beaucoup de ces constructions préhistoriques, parce qu'il y a plusieurs bourgades qui conservent le nom d'*Antas*: c'est sous ce nom que les Portugais désignent les dolmens. Il est bien possible que les différentes races qui ont habité la Lusitanie les aient détruits, ou qu'elles en aient utilisé la pierre pour en faire d'autres constructions à leur usage, comme malheureusement cela se pratique encore aujourd'hui dans plusieurs pays!

Le dolmen le mieux conservé dans cette province c'est celui d'*Ancora*, comme j'ai eu l'avantage de le communiquer au Congrès d'archéologie de Buda-Pest en 1876, auquel j'ai envoyé le dessin, et j'ai eu le plaisir d'offrir aux membres du Congrès les planches avec la vue de ce beau dolmen.

Dans aucune des fouilles qui ont été faites dans les *Antas* chez nous, on n'a trouvé des instruments en métal ; seulement dans un dolmen de la province de *Douro* on a trouvé une hache de bronze, et aussi

dans un autre de la province d'*Alem-Tejo;* ce qui fait croire que ces constructions appartiennent à l'âge néolithique, et que la race qui les a construites pratiquait l'incinération des cadavres.

Pour entrer dans quelques-uns de ces dolmens, il faut passer par un étroit couloir, et il y en a très peu qui sont construits sur la terre rapportée qui doit leur servir de base, comme on l'a fait à celui d'*Ancora*, et à celui d'*Evora* de la chaîne des monts *Ossa*.

On ne retrouve pas en Portugal de dolmens couverts de terre comme on en voit dans les autres pays.

C'est dans la province d'*Estremadure portugaise* que se trouve le plus considérable des dolmens du Portugal : c'est celui qui existe sur les monts de *Cintra*, en face du cap de la *Roca*, dans lequel j'ai fait des fouilles en 1870, et j'en ai donné le dessin dans mon ouvrage qui a pour titre : *Souvenirs du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie de Bologne en 1872*, auquel j'ai eu l'honneur de faire une communication sur mes investigations archéologiques faites en Portugal. Dans la même province, il y en a encore deux autres, dans la ville de *Thomar*, dans la propriété de mon ami M. le vicomte de *Torre da Murtha*: dans un de ces dolmens on a trouvé deux crânes, des dents et des couteaux en silex blanc. Dans cette province, il n'y a que ces trois dolmens. Je puis annoncer que des os humains ont été trouvés dans ceux de *Thomar*.

Dans la péninsule Ibérique, ces monuments ne sont pas partout semblables; car ceux d'Espagne sont construits avec plus de soin, les pierres sont moins irrégulières, elles sont aussi de plus grande dimension, et leur position se trouve plus d'aplomb.

En Portugal on trouve aussi quelques menhirs, mais ils sont très rares, peut-être ont-ils été détruits ; cependant des trois qui existent encore, un se trouve dans la province d'*Além-Téjo ;* un autre à *Braga*, et le troisième est celui que j'ai découvert à *Vianna de Castello*, sur le mont de Sainte-Lucie en 1877, dans la province du *Minho*.

Les cromlechs sont encore en plus petit nombre chez nous; j'ai découvert seulement les vestiges de deux dans la province du *Minho*, un sur le plateau du mont Sainte-Lucie, et l'autre qui n'était pas si bien conservé, sur le plateau du mont Saint-Roch, dans la même province.

Sur ma carte préhistorique (Pl. XII), on voit que la province où il y a le plus grand nombre de ces constructions, c'est celle d'*Além-Téjo*, et c'est aussi dans cette province qu'on a découvert le plus de haches en pierre et de couteaux en silex, tandis que dans la province d'*Algarve*, située le plus au sud du Portugal, on n'a pas trouvé de vestiges d'aucun dolmen, malgré la citation de Strabon, qui, parlant de la péninsule

Ibérique, dit que sur le cap de Saint-Vincent, qu'on appelait alors *Promontorium Sacrum*, « *Lapides multis in locis ternos aut quaternos imposito.* »

On a trouvé à la fin de l'année 1878, dans la chaîne des monts d'Ossa, province d'*Além-Tejo* trois dolmens, un d'eux ayant un trou quadrangulaire sur la pierre qui fait le fond de la chambre; il est en schiste : avec cette particularité que c'est le premier qu'on a trouvé en Portugal, et il est très intéressant à cause de cette configuration. J'ai fait présenter le dessin de ce dolmen au congrès d'anthropologie au palais du Trocadéro pendant l'Exposition universelle de Paris, en 1878 ; et même j'ai offert des planches avec la gravure de ce dolmen, aux membres de ce congrès.

En 1734, le prêtre *Affonso Guerreiro*, envoya à l'Académie royale des sciences de Lisbonne, un mémoire sur ces constructions préhistoriques, fixant au nombre de 315 les *Antas* existantes en Portugal ; mais aujourd'hui ce nombre se trouve réduit à 138; presque tous ils ont été fouillés, et il y en a très peu de complets !

En Portugal on a trouvé seulement deux pierres branlantes, une à *Vizella* sur le mont *Polvoreira*, province du Minho, et l'autre près de *Alter-de-Chaô*, province d'Além-Tejo.

Nous avons dans les provinces de *Douro* et *Beira*, un très grand nombre de *tumuli*, qu'on appelle dans notre pays *Mamoas*, parce qu'ils présentent la configuration des seins des femmes. Il y a une chose fort remarquable à faire connaître, c'est que dans les endroits où il y a de ces *tumuli*, qui ont servi de sépultures, on ne trouve pas de dolmens ; et dans les endroits où ces monuments mégalithiques sont construits, on ne voit pas une seule *Mamoa !* Ce qui fait supposer qu'il y a eu deux époques différentes entre ces deux usages, quoique la race puisse avoir une même origine.

Pour ce qui regarde les constructions cyclopéennes, dont on voit quelques vestiges en Andalousie, nous avons chez nous une seule construction de ce genre très remarquable dans la villa de *Penafiel :* elle s'élève à une grande hauteur et domine la ville; elle est d'un aspect pittoresque et d'un effet grandiose ; aussi en Espagne comme chez nous, on ne trouve aucun dolmen là où il y a de ces constructions cyclopéennes !

Je me suis servi des signes adoptés par le Congrès de Buda-Pest, selon le travail présenté par notre collègue, M. E. Chantre, afin de faciliter à nos confrères étrangers la désignation de ces constructions mégalithiques qu'on trouve aussi en Portugal, et même pour rendre plus commun l'usage de ces signes dans nos études archéologiques.

Je dois aussi informer les membres ici présents de l'importante dé-

couverte faite en 1878 chez nous, d'un dépôt de l'âge de bronze dans la province de *Haute-Beira*, ayant trouvé 19 haches *d'un type spécial*, tout à fait différent de celles déjà connues des archéologues. Ces instruments sont de grandes dimensions, $0^{m},25$ *avec deux anses*. J'en ai envoyé des exemplaires au palais du Trocadéro à l'Exposition universelle de Paris en 1878. Parmi ces haches, il y en avait quelques-unes de cassées, d'autres n'étaient pas encore parfaitement finies; ce qui fait supposer qu'il y a eu là une station de cette époque : c'est la première fois qu'on a trouvé de semblables haches en Portugal.

Quand M. Oscar Montelius est venu à Lisbonne, cette année, je lui ai fait voir ces instruments préhistoriques, et il en a pris les dessins pour servir de comparaison avec d'autres types trouvés dans les autres pays de l'Europe.

Je me fais un grand plaisir d'offrir ce modeste travail, tel qu''il est, à l'Association Française pour l'avancement des sciences, comme un faible témoignage de mes remerciements et comme un souvenir de l'honneur que j'ai eu d'assister à l'inauguration de cette utile et savante association.

QUELQUES NOMS DES ENDROITS OÙ SONT LES DOLMENS DANS LES PROVINCES DU PORTUGAL

Além Tejo. — Tisnada, Barrocal, Pinheiro do campo, Amendoeirinha, Outeiro das vinhas, Cabida, Jambujal, Pereira, Cheminé, Bem-Espera, Peramanca, Amendoeira, Valle de Melhorado, Parede, Sempre noiva, Pedro da Gafanhoeira, Candieiras, Mourão, Vidigueiras, Castello de Vide, Sarrinha-Gafanheira Freixo de cima, Torre de Coelheiros, Barbacena, Aguiar, Lairinha Dejèbe, Valle de Moura, Antanhol, Ribeiro Melrico, Pombaes, Mouratao, Alco gulo, Milhar do Cabeço, Corleiros, Galhardos, Pedro Alvaro, Olheiros, Mouroes, Grou, Crato, Vendas Novas, Paiva, Euxamrara, Vendas do Duque, Monte-Branco, Panasquiera, Algeda, Melides, Niza, Arrayolos, Barrocal, Monte do Outeiro, Murteira, Esgueira, Araceli.

Dans la province de la Beira. — Guarda, Guilhafonso, Penalva, Pichorro, Matança, Carapichana, Pinhel, Sabugal, Ruivoz, Braçal, Arca, Senhorim, Mamgualde, Rodam.

Province de l'Estramadure. — Cintra, Bellas, Thomar, Palmella.

Province Tras-des-Montes. — Fontel, Monte Fidalgo, Carrazedo, Açafulla.

Province du Minho. — Ancora, Polvoreira, Monteda, Pedreira, Caldas de Vizella, Monte S. Roque, Fraiao.

Province du Douro. — Casatello de Paiva, Valle de Rua, Feira, Penedo de Valle, Pedras de Ruas, Cabeçaes, Borralhoso, Antanhol, etc.

M. E. CARTAILHAC

Directeur de la Revue " Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme ".

NOUVELLES DÉCOUVERTES DE L'AGE DE LA PIERRE EN ALGÉRIE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 30 août 1879. —

M. E. Cartailhac fait passer sous les yeux de la section une série de silex taillés en forme de lames, de grattoirs et de pointes retouchés sur une face que l'on ne saurait distinguer d'une série provenant de nos gisements paléolithiques de l'âge du Renne. M. Cartailhac a reçu ces silex de M. Westeweller de Genève, qui les a trouvés près de Sétif; ils gisaient dans les débris d'un foyer à une profondeur de 54 centimètres au-dessous d'une couche à débris gallo-romains et à $1^{m},30$ au-dessous du sol. Il y avait avec eux des ossements et des coquilles, qu'il sera très important de déterminer.

M. le Dr Jules CARRET

de Chambéry

ACCROISSEMENT SURVENU DANS LA TAILLE MOYENNE DES CONSCRITS DE LA SAVOIE, MAJORITÉ DES BLONDS DANS LES INFIRMES ET LES ILLETTRÉS

(EXTRAIT)

Séance du 30 août 1879. —

M. le Docteur Jules Carret présente une communication relative à l'accroissement survenu dans la taille moyenne des conscrits de la Savoie depuis le commencement de ce siècle.

M. Jules Carret montre que la taille moyenne des conscrits de son département s'est accru de 4 à 5 centimètres dans l'espace de soixante-quinze ans environ. Les cantons du bas des vallées et des plaines offrent un progrès plus considérable que les cantons des montagnes. Alors que s'accroît la taille, le nombre des réformés pour infirmités diminue, ainsi que le nombre des illettrés. La taille des conscrits illettrés est inférieure d'un centimètre à la taille moyenne. Il attribue l'accroissement de la stature à l'élévation du type de bien-être.

M. le Docteur Jules Carret expose ensuite une méthode statistique qui peut permettre de séparer la population d'un pays quelconque en ses groupes ethniques naturels, par la combinaison de séries formées à l'aide d'éléments

tels que la taille, les nuances des cheveux et des yeux, et les causes données, fournies par les opérations du recrutement.

Au cours de cette communication, M. le Docteur Carret établit que les conscrits à cheveux de nuance claire donnent une proportion d'infirmes et d'illettrés sensiblement double de celle que donnent les conscrits à cheveux de nuance foncée. Les chatains ont un rang intermédiaire. On croyait qu'en Savoie, les bruns ou Ligures avaient été refoulés dans les montagnes par les chatains ou Aryens, lesquels auraient été eux-mêmes repoussés par les blonds d'origine germanique. M. Jules Carret croit la population savoyarde bien plus complexe que ne l'indique cette théorie ; suivant lui, les blonds et les bruns sont d'espèces très diverses ; et il montre que les conscrits à cheveux de nuance claire abondent dans les cantons de grande altitude, que les bruns, contrairement à la théorie, sont particulièrement nombreux aux environs de Chambéry, et sur les bords du Rhône.

DISCUSSION

M. Hovelacque ne pense pas qu'on puisse attribuer à la seule amélioration du genre de vie, l'accroissement sensible de la taille en Savoie. Cet accroissement est vraisemblablement dû à plusieurs motifs, parmi lesquels il faut distinguer particulièrement une cause ethnique. La population de la Savoie est très souvent métissée. Nombre d'individus ayant le crâne celtique caractérisé (très arrondi), sont en même temps de haute taille. Les uns sont bruns de cheveux, d'autres assez blonds. Le métissage s'accuse ici d'une façon évidente.

M. Ludovic MARTINET

LE BERRY PRÉHISTORIQUE. — LÉGENDES ET SUPERSTITIONS

— Séance du 30 août 1879. —

En 1878, j'ai rédigé, en vue de l'exposition des sciences anthropologiques, un travail sur le Berry préhistorique, accompagné de la carte des deux départements de l'Indre et du Cher. Dans la première partie de ce travail, après avoir passé en revue les légendes et les superstitions, fort nombreuses dans nos régions du centre et qui se rapportent généralement aux monuments mégalithiques, j'examine successivement et dans leur ensemble, les dolmens, tumulus, mottes et enceintes fortifiées, mardelles, grottes et souterrains, découvertes des différents âges, etc., Dans la seconde partie, j'aborde la description détaillée des monuments,

par arrondissements, cantons et communes, et je termine par un tableau récapitulatif.

Il ressort de ce tableau que la préhistoire du Berry est beaucoup plus riche qu'on ne l'avait supposé jusque-là. Ainsi M. Bertrand, dans son *Archéologie celtique et gauloise*, ne signale que vingt-six dolmens dans les deux départements de l'Indre et du Cher. Or j'avais constaté, dès cette époque, l'existence de cent vingt-cinq monuments mégalithiques, tant dolmens que menhirs et cromlechs. J'ai relevé, en outre, trois cent trente-quatre tumulus, mottes et enceintes ; soixante-douze grottes et souterrains ; près de quatre cents mardelles, etc. Et ces chiffres, qui ne sont pas définitifs, ne doivent être regardés que comme un minimum, car les indications que j'ai pu recueillir jusqu'à présent sur plusieurs points des deux départements sont nulles ou insuffisantes. Déjà, depuis la publication de mon travail, il m'a été fourni de nouveaux renseignements, et les découvertes ne tarderont pas à s'augmenter avec le nombre de chercheurs.

Je vous disais, il y a un instant, Messieurs, que j'ai relaté les légendes et superstitions encore populaires dans le Berry : je vous demanderai la permission de les passer rapidement en revue. Un de nos collègues, M. Daleau, a déjà présenté, au congrès du Havre, des observations sur les légendes des monuments préhistoriques. Il y a là une source précieuse d'informations qu'il ne faut pas négliger, mais qui, chaque jour, disparaît rapidement devant les progrès de l'instruction. J'ai constaté que les légendes sont restées plus ou moins vivaces dans cent trente-huit communes de l'Indre et du Cher ; j'ai relevé, en outre, près de cinquante fontaines sacrées dont les propriétés miraculeuses semblent remonter aux temps les plus reculés.

Parmi les superstitions berrichonnes que Georges Sand a poétisées dans ses *Légendes rustiques*, il faut citer les Pierres-sottes, les Pierres-caillasses, les Hommes-de-pierre, les Demoiselles ou Filles-blanches, les Lavandières ou Laveuses de nuit, le Lupeux, les Flambettes, Flamboires ou Feux-follets, la Seillerouse ou Mendiante-de-nuit, la Brayeuse-de-nuit, la Hure, animal hideux gravissant la nuit contre les murs, et « si vilain » qu'on ne peut le regarder sans mourir de peur ; le Casseux, Coupeux ou Batteux-de-Bois, ou l'Homme-de-feu ; la Grand'bête, sorte de chienne de la grosseur d'une génisse, qui suit, sans leur faire du mal, les passants attardés.

Citons encore la Bête-blanche et la Birette, fantôme qui, la nuit, parcourt les champs couvert d'un suaire ; les Lubins ou Lupins ; les Loups-garous ; les Meneux-de-loups ; le Moine-bourru, etc. Tous ces revenants, que l'on voit apparaître et se promener dans les « mauvaises nuits », sont à l'épreuve de la balle, à moins qu'on n'ait eu la précaution de la faire bénir par le curé de la paroisse.

La Brenne, surtout, de même que la Bretagne, est riche en légendes de toute sorte qui disparaissent peu à peu chaque jour. C'est le pays des Meneux-de-Loups, des Loups-garous, des Sorts. Certaines régions, entre autres, y sont l'objet des terreurs les plus superstitieuses : leurs forêts sont peuplées de Loups-garous, leurs clairières de revenants, leurs ruisseaux de Laveuses-de-nuit, leurs marais de Feux-follets. Dès la tombée de la nuit, les profondeurs mystérieuses des bois se remplissent de bruits sinistres ; de lugubres fantômes se glissent le long des arbres, secoués par des forces invisibles. Malheur à celui qui s'engagerait dans ces sombres retraites : il n'en reviendrait jamais.

Les villages et les chaumières d'une partie du Bas-Berry admettent toujours l'existence de géants qui, autrefois, ont habité le pays, et qui ont formé les éminences naturelles ou artificielles si nombreuses dans cette région. Ces géants sont personnifiés par Gargantua dont la légende, toujours populaire non seulement dans la partie de l'Indre confinant à la Creuse, mais dans tout l'ouest de la France, est bien antérieure au héros de Rabelais. Rabelais, selon toute probabilité, a emprunté ce mythe aux croyances de la Saintonge, du Poitou et du Bas-Berry, qu'il a habité pendant quelque temps.

Le souvenir des fées est encore vivace dans une foule de localités du Berry ; ce sont elles qui, presque partout, ont édifié les dolmens et les menhirs qu'elles portaient, malgré leur pesanteur énorme, dans leurs tabliers de gaze. On les connaît généralement sous le nom de Fades. Fadées, Martes, Marses ; dans quelques régions pourtant, on les nomme Dames, Demoiselles, comme dans le Midi. On les voit errer la nuit et accomplir leurs rites mystérieux dans chaque grotte, sur chaque rocher, autour des nombreux dolmens et menhirs semés dans la contrée qui avoisine les bords pittoresques et sauvages de la Creuse, de la Bouzanne, de l'Anglin et du Portefeuille.

Les Martes sont de grandes femmes hideuses, maigres, à peine vêtues, aux cheveux longs, noirs et raides, aux mamelles flasques et pendantes. Du haut de la table d'un dolmen ou du faîte d'un menhir, elles appellent parfois, à la tombée de la nuit, les bergers et les laboureurs, et si ceux-ci ne se hâtent pas de répondre à leurs avances, elles les poursuivent en rejetant leurs seins par-dessus leurs épaules. Malheur à celui qui ne fuit pas assez précipitamment et qu'elles contraignent à subir leurs baisers impudiques ! Leurs maris, frères ou amants sont aussi nommés Martes ou Marses : ce sont des géants d'une force surhumaine et prodigieuse qui ont dressé les pierres des dolmens et des menhirs.

Les Fades sont bien plus douces et bien moins turbulentes que les Martes ; elles consacraient généralement leur temps aux troupeaux. Ce sont elles qui sont chargées de veiller sur les nombreux trésors enfouis

dans de merveilleux souterrains, dont l'entrée est fermée par les énormes pierres des menhirs et des dolmens. Pourtant leur pouvoir expire chaque année, le dimanche des Rameaux : ce jour-là, au moment où la procession va rentrer à l'église, le monolithe se soulève et laisse libre l'entrée du caveau. Il faut alors se hâter d'y pénétrer, si l'on en a le courage, et remplir rapidement ses poches d'or et de pierres précieuses, car à peine le prêtre a-t-il frappé les trois coups sacramentels de l'*Attollite portas*, la pierre retombe brusquement et referme le souterrain jusqu'à l'année suivante. Combien de malheureux, jadis, ont été ainsi ensevelis vivants, victimes de leur cupidité et de leur impiété !

Dans beaucoup de localités, les fées ont été sanctifiées : presque partout la Sainte-Vierge leur a été substituée. On les a alors appelées Dames, Bonnes-Dames, sans doute par euphémisme ; car les fées, bien qu'elles ne soient pas généralement méchantes, sont toujours redoutées, et l'homme invoque surtout ce qu'il redoute. Chacune de ces dames constitue une divinité particulière ; chacune a ses attributions, ses propriétés miraculeuses parfaitement distinctes de celles des autres bonnes-dames ; l'une ne saurait être efficacement invoquée pour l'autre. Et ces distinctions superstitieuses ne sont pas près de disparaître dans nos régions, car c'est sur la dévotion aux Bonnes-Dames qu'est à peu près basée toute la religion populaire.

Il n'y a pas que les fées qui aient été sanctifiées et changées en vierges ; nous trouvons la même transformation pour une foule de saints miraculeux. Sur plusieurs points du Berry, le culte du phallus a été christianisé : saint Greluchon, saint Ludre, saint Genitour, saint Phallier, ainsi que le prouvent leurs noms caractéristiques, ont la propriété de rendre fécondes les femmes stériles, et de fortifier les hommes épuisés. D'ordinaire on implore leur intercession en prenant en infusion quelques râclures de la statue ; mais parfois la râclure, pour être efficace, doit être prise sur une partie spéciale. Les pèlerinages en l'honneur des saints phalliques étaient autrefois fort nombreux en Berry, et plusieurs sont encore très connus.

Les pratiques superstitieuses relatives au culte du Soleil subsistent, quoique profondément modifiées, dans beaucoup de localités de notre Province. La fête du Soleil y était célébrée tantôt aux approches des équinoxes, tantôt à l'époque des solstices, et de pieux pèlerinages viennent chaque année perpétuer les croyances naturalistes de nos aïeux. La dévotion à sainte Solange, patronne du Berry, n'est autre chose qu'une transformation du culte solaire. Solange paraît être la personnification féminine du Soleil. Sa fête tombe le 10 mai, mois jadis consacré à Apollon, et les pèlerins s'y transportent en foule portant tous un bouquet (bouquet de Sainte-Solange), fait de laurier, de rubans et d'innombrables

petits miroirs et boules métalliques. Il est inutile d'ajouter que le 24 juin, époque où le soleil est dans toute sa puissance, on célèbre dans le Berry, comme partout ailleurs, la Saint-Jean qui n'est autre chose qu'une fête solaire.

D'autres saints chrétiens, aujourd'hui encore en grande vénération, semblent avoir une origine des plus reculées ; leur culte s'est perpétué d'âge en âge, en subissant des transformations religieuses successives. Les saints sont alors devenus la personnification, la matérialisation du mal que les agents naturels étaient impuissants à soulager. Saint Firmin guérit la fièvre et raffermit les forces des malades ; saint Langouret rend la vigueur aux enfants en langueur ; saint Marin guérit les « rechignoux », les enfants malades, maussades, criards ; saint Genou guérit la goutte, les hydarthroses, les maladies articulaires; saint Orban guérit les orbillons ou maladie des paupières : saint Clair guérit la cécité et est souverain contre tous les maux d'yeux ; saint Loup guérit de la peur ; saint Fiacre est invoqué contre les fics ou hémorrhoïdes et contre « le flux de sang » ; le « précieux sang », conservé dans l'église de Neuvy-Saint-Sépulcre, arrête le saignement de nez et la dysenterie ; à Orsan, « Monsieur Saint-Cœur » guérissait toutes les maladies de cœur; sainte Anne est invoquée pour les nourrices qui n'ont pas de lait ; saint Sylvain, qui paraît être la personnification moderne de Taranis, guérit une foule de maladies et surtout le mal de tête ; etc. (1).

La manière d'implorer l'intercession de ces guérisseurs est presque partout la même : le jour de la fête du saint, on va en procession solennelle au sanctuaire qui lui est spécialement dédié et là, le prêtre, moyennant finances, récite des évangiles dont les vertus miraculeuses ne sauraient un seul instant être mises en doute. Mais les saints à miracles ne sont pas seulement invoqués en faveur des hommes, ils le sont encore, et tout aussi utilement, en faveur des animaux. On intercède saint Antoine pour la conservation du bétail ; saint Hubert ramène au bercail les bestiaux égarés, guérit de la rage et éloigne les bêtes malfaisantes : les « marchands de saint Hubert » promènent dans les campagnes l'image du saint, à laquelle ils font toucher des bagues et des chapelets qui acquièrent ainsi des vertus préservatrices. Dans la com-

(1) Aucun de ces guérisseurs populaires du Berry n'est mentionné sur la curieuse et instructive « *Nomenclature des Patronages* » publiée dans le *Catalogue des Statues de M. Léon Maguet* Bar-sur-Aube, Lebois et Morel, 1878, p. 68 à 75). On trouve dans cet opuscule les choses les plus naïves et les plus bouffonnes : saint Hippolyte est invoqué contre les faiblesses mondes ; saint Thaddée pour les affaires désespérées ; sainte Félicité pour avoir des enfants mâles ; sainte Wivine contre l'enflure de gorge ; saint Mathias, « patron des charpentiers, taillandiers, buveurs et godailleurs repentants », est invoqué contre la petite vérole ; sainte Gertrude, pour les chats et les voyages, contre les rats et la fièvre ; sainte Tharaïde, pour la confection et la conservation du beurre ; etc. Jusqu'au bon roi saint Louis, « patron des barbiers, coiffeurs, boutonniers, brodeurs, distillateurs, merciers, lapidaires, ouvriers en bâtiment, Académies française, des sciences de médecine, etc. », qui est invoqué contre l'acidification de la bière.

mune de Saint-Plantaire, le jour de la Saint-Jean, on célèbre, pour la conservation du bétail, une grande messe durant laquelle les fidèles lancent sur l'autel des toisons de laine en guise d'offrande. A Prissac, le 17 janvier, à l'issue de la messe solennelle, à laquelle on accourt de fort loin, on fait dire des évangiles pour la conservation des cochons.

A la plupart de ces pèlerinages populaires sont annexées des fontaines dont les vertus miraculeuses semblent avoir existé bien antérieurement à l'introduction du christianisme. Beaucoup se bornent à guérir la fièvre et d'autres maladies ; un certain nombre ont la spécialité de féconder les femmes stériles. Je me bornerai à en citer une seule qui, comme spécifique, doit être à peu près unique en France. Dans la commune d'Argent, on va prier au bord de la fontaine de saint Mauvais pour demander la mort de son ennemi, de son rival, d'un parent à succession, d'une belle-mère, etc. Non loin de là est la chapelle de saint Bon, qui remédie au mal causé par saint Mauvais.

M. le Dr ESPAGNE

A Montpellier.

L'ANCIENNE MANIÈRE DE COMPTER PAR NUITS DES SÉMITES ET DES ARYENS RAPPELÉE PAR LA PHILOLOGIE.

— *Séance du 30 août 1879.* —

Dans l'ancien français littéraire l'expression *anuit, anniet,* égalant *aujourd'hui* était courante. Elle en a disparu aujourd'hui mais elle s'est maintenue avec une vitalité qui ne semble pas près de s'éteindre dans divers dialectes de langue d'oc, principalement au nord et à l'ouest de la région où est encore parlée cette langue, et dans les dialectes de langue d'oil.

On dit *anci, anit, anuech, anuey, anèt* et... en Gascogne, en Limousin et en Velay, *aneu* en Auvergne, *anieu, anieuet* en Normandie.

D'autres mots signifiant *aujourd'hui* existent dans les mêmes provinces. *Huy, hoi, enhuy,* etc. (vieux français), *bei, nei, èoi, abei, aouly* (langue d'oc).

La première forme a aussi le sens nocturne et vespéral : *ce soir, cette soirée, cette nuit...*

On dit aussi *ennuit, ennoit* (langue d'oil), *aint, anioch, anuey* dans le même sens.

Les mots commençant par *a an* viennent de *ad nectem;* les autres de *hodie* ou *in hodie.*

Reste à expliquer comment *ad nectem* devenu *anuit* a pu signifier aujourd'hui.

La difficulté avait été tournée, en 1791, avec plus d'esprit que d'exactitude par un des correspondants de l'abbé Grégoire dans la réponse aux questionnaires sur les patois de la France que cet homme célèbre avait rédigée (1). Pour ce correspondant *anit, anet* vient de ce privatif et de *nux* (nuit); il faut laisser de côté cette étymologie renouvelée du grec.

La difficulté serait insoluble si on ne rappelait les traditions hébraïques Dans le premier chapitre de la Genèse (℣. 5, 8, 13, 19, 23, 31) les six premiers jours sont indiqués comme fermés, du soir d'abord, du matin ensuite, la fin du premier jour ayant été marquée par l'apparition de la lumière sur les ténèbres. Primitive, cette tradition s'est répandue des Sémites et des Aryens chez un grand nombre de peuples et le stade de vingt-quatre heures a été insensiblement désigné par celui de la période nocturne qui en a été le premier commencement. De là, les coutumes des Kimris, des Germains et des Gaulois de compter par nuit et non par jour, l'usage mentionné dans la loi salique, et qui s'est maintenu jusqu'à une époque relativement récente, de donner de la même manière les assignations judiciaires; l'anglais *fortnight* pour *fourteennights* (notre quinzaine).

Ainsi l'histoire apporte de vives lumières pour l'interprétation d'un terme que l'étymologie seule ne pouvait pas expliquer.

M. A. FOREL

Professeur à l'Université de Lausanne.

STATISTIQUE ANTHROPOLOGIQUE EN SUISSE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. le professeur F.-A. Forel fait un résumé des travaux de la commission de Statistique anthropologique de la Société helvétique des Sciences naturelles; cette commission vient d'achever une statistique de la pigmentation

(1) Les lettres à Grégoire ont été publiées par M. Gazier, professeur au lycée Saint-Louis dans *la Revue des Langues romanes.*

humaine dans la population scolaire des 22 cantons suisses, en étudiant la couleur de la peau, des cheveux et des yeux chez les enfants de 7 à 16 ans. L'expérience a montré les bons résultats que l'on peut obtenir par cette méthode, les notions précieuses qu'y peut puiser l'Anthropologie, et la pratique de la méthode a réfuté fort heureusement les objections classiques qui avaient été présentées.

Ce travail d'ensemble est terminé en Allemagne et en Suisse; il est bien avancé en Autriche et dans d'autres États du nord et de l'est de l'Europe. M. Forel émet le vœu que la France, qui a fait déjà des travaux préparatoires considérables et excellents dans cet ordre d'idées, se décide à faire aussi cet état d'ensemble dans la généralité de la population scolaire.

M. Forel soumet à la section la circulaire qui avait été envoyée aux instituteurs, et s'attache à montrer que l'étendue des erreurs possibles commises dans les réponses ne peut influencer la valeur des moyennes générales.

DISCUSSION

M. Hovelacque fait observer qu'on a fait en France, mais sans aboutir, des démarches de ce genre; à l'avenir nous profiterons de l'expérience acquise à l'étranger. Il insiste sur la nécessité de ne pas tenir compte des divisions administratives.

M. Carret combat la méthode employée en Suisse. Il trouve en particulier qu'il y a trop de questions dans un seul tableau.

M. Forel montre par les questionnaires repandus que les instituteurs ont parfaitement compris ce qu'on leur demandait.

M. le Dr Dally voudrait que la section émît le vœu de voir un pareil travail de statistique entrepris dans les écoles françaises.

M. BOUCHERIE

Professeur à la Faculté des lettres de Montpellier

DIMINUTIFS ET AUGMENTATIFS

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

On est généralement porté à traduire les diminutifs latins et grecs par le nom français correspondant précédé de l'adjectif *petit*: *asellus*, un *petit* âne; *agellus*, un *petit* champ; *auricula*; une *petite* oreille. Sans doute c'est là le sens que ces mots avaient à l'origine, de même que les augmentatifs ont exprimé et expriment encore l'idée symétriquement contraire de grandeur et de grandeur démesurée. Créés les uns et les autres, comme on le reconnait à première vue, par les mères pour les besoins du langage enfantin, ils ont eu des destinées

quelque peu différentes et ne se sont pas multipliés dans la même proportion.

L'augmentatif, désignant des objets ou des êtres à dimensions anormales ou qu'on veut représenter comme tels à l'enfant, afin de l'en éloigner en lui faisant sentir par comparaison sa propre petitesse, éveille en lui des idées de défiance, de crainte, et le sentiment de ce qui est laid. De là la nuance péjorative qui s'y rattache.

L'augmentatif a été pour ainsi dire victime de cette signification accessoire. Car de même qu'on éloigne de l'enfant les objets ou les êtres dont le désagréable souvenir pourrait obséder son imagination, de même on n'emploie que par exception les augmentatifs à sens péjoratif qui les désignent, soit pour le mettre en garde contre certains contacts, soit pour surexciter sa curiosité par l'aiguillon de la peur. On conçoit dès lors qu'on s'en soit tenu de bonne heure au nécessaire en fait d'augmentatifs, et que la langue du foyer domestique ait réservé toutes ses faveurs pour les diminutifs, pour ces ὑποκοριστικά, ces formes gracieuses et coquettes qui naissent d'elles-mêmes sur les lèvres de la mère parlant à son nourrisson et de la jeune fille qui fait la maman avec son petit frère ou avec sa poupée. L'intonation caressante qui les accompagne les a fait prendre en bonne part. Ils ont formé ainsi un grand nombre de doublets dont l'usage a atténué la signification primitive, et dans lesquels il a fini par ne plus voir que des synonymes des formes-mères, avec une nuance de familiarité en plus, tandis que les augmentatifs, tenus plus à l'écart à cause de leur mine rébarbative, vrais croque mitaines de la philologie, ne faisant apparition que dans les cas d'absolue nécessité, ont eu le bénéfice de leur isolement relatif et ont mieux conservé leur valeur première.

L'habitude de se servir des diminutifs, dès le bas âge, à la place du simple, s'est maintenue pendant le reste de la vie, et il en est résulté que cette technologie de l'enfance a fourni à la langue familière d'abord, et plus tard aux langues populaires qui en sont issues, toute une catégorie de doublets qui bien souvent ont supplanté la forme primitive.

Si cette explication, — très simple, comme on le voit, — avait été présentée avec une netteté suffisante, on n'aurait pas eu à lutter, comme dans le passage suivant de Juvénal, avec des difficultés d'autant plus inextricables qu'elles étaient purement imaginaires.

> ... Sed olim
> Prodigio par est in nobilitate senectus;
> Unde fit, ut malim *fraterculus* esse gigantum.
>
> (Juvénal, IV, p. 98.)

Ce passage a fort embarrassé les commentateurs. Quelques modernes sont allés jusqu'à se demander si ce *fraterculus* ne serait pas un ancêtre du Petit Poucet et si Juvénal n'avait pas fait allusion à une légende de cette nature. Les moins aventureux se sont contentés d'avouer qu'ils ne devinaient pas pourquoi le poète accolait cette idée de petitesse à la désignation d'un frère des géants: « sed cur hic legitur *fraterculus*, non *frater?* » dit l'un d'eux, le savant Lemaire. Il ajoute ce qui, du reste, ne fait pas de difficulté, qu'ici le *gigantes* des Latins, comme le γηγενεῖς des Grecs, désigne des hommes de basse extraction. Or, en s'en tenant à l'explication que j'ai donnée plus haut de l'emploi et de la valeur des diminutifs en grec et en latin, qui ne voit que tout embarras disparaît et qu'il faut expliquer exactement comme s'il y avait *frater,* en se gardant bien d'exprimer en français l'idée de petitesse que nous nous obstinons à imposer aux diminutifs.

C'est en vertu de la même observation que nous reconnaîtrons la légitimité du diminutif *catulis*, employé par Horace pour *canibus,* dans sa première ode, en dehors de toute nécessité de versification. Ici, comme dans le passage cité de Juvénal, et comme partout ailleurs le diminutif implique simplement une idée de familiarité caressante. C'est ainsi que le même Horace, écrivant à Celsus Albinovanus (Ép. I, 89, v. 16), s'est servi de *auriculis* au lieu de *auribus :*

Prœceptum *auriculis* hoc instillare memento.

J'ai déjà eu occasion d'observer dans mon édition des Ἑρμηνεύματα de J. Bollux (p. 273), que c'est à cette prédominance du diminutif dans le langage familier, et par suite dans la langue populaire, que les langues néohelléniques et les langues néolatines doivent la présence d'un si grand nombre de mots à forme diminutive, tels que sont en français *couteau, mulet, poisson,* et tant d'autres, au lieu de *coutre, mul, pois,* équivalents exacts des formes simples *culter, mulus, piscis.*

M. P. SOLEILLET

ETHNOGRAPHIE DE QUELQUES PEUPLADES DE L'AFRIQUE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Soleillet a bien voulu donner quelques renseignements ethnographiques sur les pays qu'il a visités récemment en se dirigeant du Sénégal vers Tombouctou. Il a parlé en particulier d'un anneau en pierre que certains individus *du Soudan* portent au haut du bras, et qui aurait l'avantage d'augmenter la force et la précision des coups d'épée.

Après la séance, M. Soleillet a eu l'obligeance de montrer sa riche collection et d'expliquer minutieusement l'intérêt de tous ces objets parmi lesquels on remarque une belle série des bijoux de Segou. Ces précieuses séries se trouvaient dans un local voisin où la Société languedocienne de géographie avait installé une exposition importante.

M. E. CARTAILHAC

Directeur de la *Revue des Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme.*

LE PREMIER AGE DU FER DANS LE TARN

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. HOVELACQUE

Professeur à l'École d'anthropologie.

PRÉSENTATION DE CARTES LINGUISTIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL).

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Hovelacque communique deux cartes linguistiques : l'une de la frontière septentrionale du Catalan, l'autre des différentes langues parlées en France.

M. le Dr ALBESPY

de Rodez.

DESSINS BIZARRES FABRIQUÉS PAR LES BERGERS DE L'AVEYRON SUR LES ARBRES A ÉCORCE LISSE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Pendant le Congrès de Paris, M. le docteur ALBESPY avait, au cours d'une discussion, établi un parallèle entre les dessins gravés sur les rochers du lac des Merveilles et ceux que tracent sur les arbres les bergers Rouergats. A l'appui de ce rapprochement, M. Albespy apporte aujourd'hui une copie de bon nombre de ces derniers. Il n'a pas fait un choix, il a copié toute l'ornementation d'un groupe d'arbres de deux endroits du département.

Ces dessins, dans lesquels dominent les lettres, les chiffres, les croix, ne paraissent pas répondre exactement à la thèse que l'auteur avait d'abord présentée.

M. Georges REVOIL

RENSEIGNEMENTS ETHNOGRAPHIQUES SUR LES ÇOMALIS MEDJOURTINES

(POINTE NORD-EST DE L'AFRIQUE ORIENTALE)

[AROMATICA REGIO DES ANCIENS] (1).

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

La côte de la Medjourtine commence au petit port de Bender Ziyâda (golfe d'Aden) et va finir au Ras el Quel, dans l'Océan Indien, qui la sépare de la tribu des Hawea.

Les tribus des Warsanguélis, Ougadins, Dolbohantes, circonscrivent la province de l'est et au sud, encadrant ainsi une étendue de 1,200 lieues carrées.

Les Çomalis divisent la Medjourtine en trois parties. Le *littoral*, où sont toutes les villes ou *Bender*, et les deux provinces ou groupes de villes ayant l'un *Mieh*, l'autre *Karkar* pour centre et chef-lieu, et qui forment la région intérieure que les nomades sillonnent de camps volants.

(1) *Voyages au Pays des Aromates*, par Georges REVOIL, vol. in-18, orné de 20 gravures et trois cartes. Dentu, éditeur, Paris, galerie d'Orleans, 15.

Je n'ai pas su que Mieh fût un cantonnement aussi important que Karkar. Au dire des naturels *Karkar* est située aux pieds d'une superbe et haute colline qui porte ce nom, couverte d'une riche végétation, et sur les versants de laquelle les Bédouins se retirent avec leurs troupeaux pendant la saison des pluies.

Les ports principaux de la Medjourtine sont dans le golfe d'Aden : Bender Gâsem (Bossassa), Bender Khor (Bottiala), Bender Merâya, Alloûla. Il n'y en a qu'un dans l'Océan Indien, c'est Haffoûn.

Ces ports sont les grands marchés où Arabes et Banians viennent aux environs du Rhamadan acheter les produits du pays.

Les autres petits ports intermédiaires du littoral se rattachent, suivant leur plus ou moins de rapprochement, à l'un de ces grands marchés.

Un gouverneur ou *cadi*, deux *conseillers* et un *juge religieux*, administrent ces villes, dont le nombre d'habitants ne dépasse pas un maximum de 12 à 1,500. Ces fonctionnaires dépendent du sultan, souverain absolu.

Nous verrons d'ailleurs plus loin quel système gouvernemental régit le pays entier.

Le pays est couvert de hautes montagnes, qui courent est-sud-est et ouest-nord-ouest, et varient de 500 à 2,000 mètres d'altitude. Généralement formées d'assises marmoréennes, elles sont couvertes d'arbustes produisant les gommes et l'encens. Ces arbustes poussent sans culture aucune, et croissent à toutes les altitudes ; il est même parfois difficile, tant ils sortent étrangement à travers les rochers, de voir où ils prennent racine. Ceux qui couvrent les sommets de Ras-Chénareff ne sont pas situés à moins de 1,200 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le littoral est sillonné par des ravins qui viennent se jeter à la mer, mais dont le lit reste desséché la plus grande partie de l'année ; en dehors de ces ravins, on ne rencontre sur toute la côte Medjourtine que cinq petits cours d'eau tout à fait insignifiants; ils sont situés, l'un à Bender Ziyâda, l'autre à mi-chemin de Bender Ziyâda et de Bender Gâsem (Bet Noûr); les autres à Bender Khor, à Alloûla, à Tohen. On trouve généralement à chaque embouchure du lit des ravins une grande flaque d'eau salée, provenant des infiltrations de la mer. D'autre part, le flux et le reflux se fait sentir jusqu'à 4 et 5 milles en amont, dans les cinq cours d'eau dont nous venons de parler, de telle sorte que l'eau est saumâtre jusqu'à cette distance. Un grand fleuve cependant arrose la Medjourtine, c'est le Nogal qui a son embouchure précisement à Ras el Quèl.

J'ai dans ma carte du pays Medjourtine marqué par un trait bleu le

tracé de l'ancien littoral de la mer. Le sol jonché de coraux et de puddings de coquillages (1) indique clairement que le rivage occupait autrefois ces positions. J'ai cru un moment, à l'époque où je fis mes courses dans le Gebel Aïsema, retrouver une trace semblable. J'avais été entraîné à cette supposition par la découverte de filons de sel gemme et de quelques *turitelles* et autres coquilles. Mais en rendant compte plus tard au monde savant de cette observation, j'ai acquis la certitude, à la suite d'observations qui m'ont été présentées, que ces gisements devaient être rangés dans la classe géologique des *soulèvements*.

Il y a dans les montagnes des Medjourtine du fer et du plomb. Il y a aussi du mercure. J'ai vu des spécimens de ce dernier métal chez Ismaël Fangassa, un Indien trafiquant, établi à Bender Gâsem. Les Bédouins l'appellent *biolag*, eau d'argent. A leur dire le cinabre existerait en assez grande quantité, et le mercure liquide proviendrait des suintements du métal retenu dans les godets naturels formés par les rochers (2).

Le sol Medjourtine ne produit aucune céréale. Le nom d'*aromatica regio* que les Anciens lui avaient donné était des mieux appropriés, car il n'y pousse pas un brin d'herbe qui ne possède un parfum quelconque. Toutefois les olibanums et acacias sont les deux seuls arbres dont on s'occupe pour la récolte des encens et des gommes.

Vers les premiers jours de mars les Bédouins visitent tous les arbres et font à chacun au moyen d'un couperet une profonde incision. Dans les derniers jours de mai en général, les gommes et résines ont pris leur plus fort degré de volume et de consistance. A ce moment la montagne se couvre de femmes et d'enfants qui récoltent la belle gomme dans les paniers, laissant de côté la qualité inférieure ramassée au pied des arbres.

C'est un de mes regrets de n'avoir pu consacrer mes loisirs à l'étude approfondie de la faune et de la flore. Le but de mon voyage était tout autre que celui d'une expédition scientifique, et j'ai dû surtout m'attacher aux observations commerciales qui le motivaient.

Il me serait donc difficile de donner les noms génériques des espèces d'oiseaux ou d'animaux que j'ai rencontrés.

(1) Conus striatus, Conus verulosus, Strombus floridus, Strombus troglodite, Oliva sufflata, Trochus virgulo, Turitella Lamachii, Cyprea moneta, etc.

(2) Je profite de cette occasion pour rectifier quelques comptes rendus de mes conférences publiées par les journaux ou dans les annales des sociétés scientifiques. C'est à tort que l'on m'y fait citer le mercure comme élément commercial du pays Çomali. Je n'ai jamais dit autre chose que ce que l'on vient de lire.

En dehors des animaux domestiques, bœufs, chèvres, moutons, chameaux, je me bornerai à signaler une quantité incroyable de singes de belle taille (1) qui vivent dans les montagnes de Mérâya. Je puis sans exagération estimer à 5 et 600 le nombre de ces animaux que j'ai vus ensemble un même jour. En outre, gazelles, chacals, hyènes, etc., pullulent dans le pays. Je citerai aussi une sorte de rat très court de corps et portant sur le nez une longue excroissance terminée comme un grouin de cochon (2). On a ri du « rat à trompe »; mais celui-là ne pourrait être vraiment mieux désigné; des voyageurs ont, paraît-il, également rencontré des rats de cette espèce dans leurs voyages sur d'autres points de l'Afrique.

Les Çomalis ont leur histoire. D'après leurs traditions, ils descendent de Jabarti ben Ismaïl, noble famille d'Ashem (3), lequel allant se battre contre des révoltés de son pays, fut par les vents contraires jeté sur les côtes d'Afrique. Recueilli et abrité par un pêcheur de cette tribu, il ne tarda pas, sur ses instances mêmes, à épouser la fille de ce dernier. Peu de temps après ses descendants expulsaient les habitants primitifs de ces parages et devenaient seuls maîtres du sol.

Jabarti a laissé un autre nom à la Medjourtine que les naturels emploient parfois; c'est celui de *Daroud*.

Il existe encore à la Mecque quelques maisons que les Çomalis qui vont en pèlerinage au tombeau du prophète affectent de montrer comme leur propriété, prétendant qu'elles ont été bâties par leurs aïeux. Ils rappellent avec orgueil qu'autrefois ils étaient Gallas (4), et semblent avouer volontiers leur origine arabe.

Ils connaissent très bien la généalogie des différentes familles des sultans qui ont régné jusqu'à ce jour sur leur pays.

Rien ne se rapproche plus de notre ancien système féodal que la constitution politique, si je puis m'exprimer ainsi, qui régit le pays Çomali. C'est une des observations qui m'ont le plus frappé.

J'ai également retrouvé dans les institutions de ce pays, non sans quelque étonnement, des dispositions absolument semblables à nos lois de vendémiaire an IV qui rendent les communes responsables des délits individuels.

Actuellement, un jeune sultan en tutelle jusqu'à sa majorité gouverne le pays. Il est entouré d'un conseil dont tous les membres sont de sa famille.

(1) Cynocephalus Hamadryas.
(2) Macrocellydes Rozetti eu Rhyncochion.
(3) Ville d'Arabie.
(4) Les Gallas habitent du versant sud de l'Abyssinie jusqu'au haut du Djoub. C'est, d'après les quelques types qu'on en connaît, la plus belle race africaine, mais aussi la plus redoutable. Personne usqu'ici n'a ose trop se risquer dans leur pays, pas plus que dans l'interieur du pays des Çomalis.

A sa voix obéissent tous ses sujets, mais il n'impose pas sa volonté. Elle se commente dans des assemblées générales où chacun est libre de prendre la parole, d'émettre son avis. On l'écoute religieusement et l'on délibère ensuite. De ce sultan suzerain relèvent les alcadis ou gouverneurs des villes. Eux-mêmes, je l'ai dit, ont deux conseillers ou adjoints et un juge religieux, comme assesseurs. Ce petit aréopage discute préalablement les affaires de la municipalité avant de les porter à la décision du conseil des ministres, qu'on me passe ces termes peut-être un peu ambitieux, bien que nous soyons chez des sauvages, il n'y en a pas d'autres pour désigner ces diverses autorités qui détiennent et exercent le pouvoir.

La race Çomali se divise en deux castes ; la classe riche, composée de Çomalis négociant et trafiquant sur les ports de la côte. La classe pauvre, dont les membres s'appellent génériquement du nom de Bédouin et vivent dans les montagnes avec leurs troupeaux : les Bédouins sont en quelque sorte les serfs de la classe riche ; ce sont eux qui récoltent les gommes et autres produits venant des propriétés qui lui appartiennent. Je dis propriété, car la propriété existe dans la Medjourtine ; elle est parfaitement délimitée pour chacun et frappée de contributions dues au sultan. Les peines les plus sévères frapperaient ceux qui seraient pris en flagrant délit de maraude dans les récoltes d'autrui.

J'ai décrit chacune des villes que j'ai visitées. Toutes se ressemblent. Ce sont des amas de huttes en chaume ou en peaux, autour de fortins ou citadelles en pisé, bâties tout à fait sur le modèle de nos fortifications primitives. Ces huttes manquent absolument de solidité, exposées qu'elles sont à être détrempées par les pluies torrentielles, et à se lézarder ensuite sous l'action de la chaleur qui succède presque toujours immédiatement à ces sortes de déluges. La hutte du Çomali est munie de tous les accessoires de défense dont nos guerriers se servaient jadis à l'époque où la lance et les flèches étaient nos seules armes de combat.

En dehors de ces constructions on ne rencontre, dans les villes de la Medjourtine, que de grands hangars où on enferme les gommes pour les abriter après la récolte. Tout le reste des habitations du village est en bois ou paille ; aucun alignement n'est observé pour les rues. Bender-Khor est bien la ville la plus curieuse sous ce rapport.

Les armes du Çomali sont les lances (*warmo*), le bouclier (*gachar*), le sabre (*belaoui*), la massue (*madag*), l'arc et les flèches (*gaboïo*) et la fronde. Suivant son armement il prend sa place dans telle compagnie au moment du combat.

L'ordre de combat est le suivant : les lanciers forment le premier rang, les archers le second. Quant aux frondeurs, ils sont dispersés en tirailleurs sur les flancs, avec les quelques guerriers, assez rares, armés de fusils.

Ainsi rangées, les deux armées ennemies marchent l'une sur l'autre : elles essuient d'abord le feu et les pierres des frondeurs, puis, arrivées à portée, les guerriers se battent au moyen de leurs lances qui sont de deux espèces. Les unes, assez courtes, s'envoient comme des javelots : ce sont les premières employées ; les autres, beaucoup plus longues, sont gardées en mains et les guerriers les réservent pour se battre de près ; tout en faisant usage de leurs armes, les combattants continuent toujours leur marche en avant, se servant, pour la riposte, des javelots qui leur sont lancés du camp opposé et qu'ils ramassent au fur et à mesure : puis, lorsqu'ils se trouvent à quelques mètres les uns des autres, ils se précipitent et se prennent corps à corps ; c'est alors que le bélaoui fait son office, ainsi que la massue. Il n'y a pas de quartier pour un ennemi à terre, et chacune des armées emporte ses morts du champ de bataille.

En ce qui concerne les impôts, le Çomali propriétaire est le seul qui paye une redevance au sultan.

Les provisions, les dépenses comme aussi les impôts de guerre sont soldés par le *aschour* prélevé sur le trafiquant étranger.

Le type Medjourtine est, à coup sûr, le type le plus pur de la race Çomali.

Cette tribu peut, en effet, être considérée comme la souche de toutes les autres.

Le Çomali pur sang, si je puis me servir de cette expression, a le nez largement busqué, la lèvre peu lipue, les cheveux crépus et généralement longs ; on dirait un beau sujet européen dont la peau serait noire.

Les deux croisements de ce type avec les tribus voisines se reconnaissent fort aisément ; le croisé de Dolbohante et de Medjourtine, par exemple, a les cheveux crépus et courts, le nez un peu épaté, la lèvre lipue ; et plus on se rapproche vers le sud, plus ces caractères signalétiques du nez et de la lèvre s'accentuent.

Le type de la femme présente la même particularité lorsqu'il est pur de tout mélange, les mêmes variétés lorsqu'il est le produit d'un croisement.

Les Medjourtines sont grands et bien faits, leur corps couvert de cica-

trices qui accusent leur vie toujours militante; leur démarche pleine de noblesse, leur attitude fière ont un caractère vraiment imposant.

On trouve parmi eux peu d'estropiés; cela tient, je crois, à leur enfance un peu rude et surtout à ce que, comme je l'ai dit, leurs combats acharnés ne connaissent pas de quartier, l'ennemi qui tombe est impitoyablement achevé.

Le Medjourtine riverain ou habitant des côtes est toujours coquet dans sa mise; drapé dans son grand pagne blanc qu'il ramène sur la tête, son bâton ou sa lance à la main, il affecte une allure toujours provoquante et qui respire la vanité.

Le Bédouin de l'intérieur, au contraire, porte empreintes sur son visage et dans son vêtement les souffrances de son existence rude et sauvage, mais l'insolence perce néanmoins aussi sous ses haillons jaunis par la terre sur laquelle il repose.

Les mœurs Çomalis sont des plus austères: vêtus avec la plus grande décence, hommes et femmes, celles-ci le visage découvert, se traitent mutuellement avec beaucoup de déférence et de respect. C'est ainsi qu'à Méraya les femmes font leurs ablutions dans une lagune en dehors du village et loin de tout regard indiscret, tandis que les hommes procèdent aux leurs à l'extrmité opposée de la ville.

Le Çomali est paresseux de son naturel. Il passe la majeure partie de la journée à ne rien faire, marmottant son chapelet; sa principale occupation consiste à remplir rigoureusement les prescriptions de la loi religieuse de Mahomet, c'est-à-dire d'aller à la mosquée cinq fois par jour.

Très peu d'indigènes s'attachent à un travail suivi.

Il n'en est pas de même des femmes: toute la journée elles tressent des nattes ou se livrent au soin du ménage. Ce sont elles qui vont chercher l'eau, le bois, etc... Malgré cela, leur condition est de beaucoup préférable aux femmes arabes. Elles sont d'abord seules maîtresses sous leur toit, car le Çomali, quoique polygame, n'a jamais qu'une femme avec lui. Elles peuvent, en outre, aller et venir en toute liberté et sans être le moins du monde inquiétées par leurs maris ou par leurs parents. Aussi ne se privent-elles pas de tenir leurs petits « clubs » où l'on commère sur tout ce qui se passe dans le village. J'avais beaucoup de semblables conférences établies dans le voisinage de ma case, et j'y ai entendu pas mal d'indiscrétions conjugales fort drôlatiques. Mais pendant tous ces bavardages, les doigts travaillent et les nattes se tressent sans relâche. Ces groupes de femmes me rappelaient tout à fait nos faiseuses d'escourtins en Provence.

A peine le Çomali est-il sevré que sa mère ne s'en occupe pour ainsi dire plus.

Elle le laisse se traîner sur le sable, exposé au soleil qui darde ses rayons sur le petit être, réchauffant et fortifiant son corps et accélérant sa croissance.

Dès qu'il peut courir et se servir de ses mains, l'enfant Çomali accuse tous les instincts de sa race. Il se confectionne de petits arcs, des flèches, des lances; avec une planche et un lambeau de toile il simule un petit boutre qu'il fait voguer sur les flaques d'eau laissées par la marée basse ou par la pluie.

D'humeur très batailleuse, il est constamment en querelle et témoigne de bonne heure son antipathie pour les enfants arabes ou banians.

Adolescent, il s'arme sérieusement; ses jeux deviennent de véritables exercices où il mesure ses forces et son adresse avec des rivaux, toujours jaloux de se montrer supérieur à eux.

Il monte à cheval sans selle ni bride, fait de longues marches, se rompt à la fatigue, en un mot complète l'éducation physique qui lui sera nécessaire pour être admis utilement au nombre des guerriers et défendre son pays quand les nécessités l'exigeront.

A cet âge la danse est l'amusement favori du jeune Çomali.

La jeune fille vit auprès de sa mère qu'elle ne quitte pas; elle ne prend part à aucune fête et sort peu. Un signe particulier la distingue de la femme mariée : elle a les cheveux tressés finement et tombant sur les épaules, le front ceint d'une bandelette rouge. La femme, au contraire, porte les cheveux crêpés et emprisonnés dans une coiffe nouée derrière la tête. A son cou pend une amulette de cuir, contenant un verset du Coran et maintenue par deux boules d'ambre jaune ou *macaouï*.

Le Çomali ne porte comme bijou qu'une bague. La femme ou la jeune fille portent des parures en argent qui sont peut-être les traces les plus curieuses et les plus probantes de l'occupation ancienne que l'on puisse retrouver dans cette région de l'Afrique.

Ces parures sont : les *célancil* ou boucles d'oreilles avec la *catena* qui les réunit en passant sous la gorge, le *couled*, autre sorte de boucles d'oreilles en forme de point d'interrogation et se terminant en poire; celle-là s'accroche au lobe supérieur; enfin le *catoun* ou bague.

La femme et la jeune fille Çomali portent aussi des perles en collier, ou bien encore une grande plaque d'argent garnie de morceaux d'ambre. Mais ce dernier bijou a un caractère tout à fait arabe, tandis que les bagues et boucles d'oreilles que nous venons de décrire ressemblent absolument aux bijoux découverts chaque jour dans les fouilles des monuments romains, grecs ou égyptiens.

Non seulement les bijoux, mais encore le costume de la femme rappelle cette époque, et j'avoue pour ma part n'avoir rien vu de plus étrange qu'une de ces beautés orientales, car ce sont de *vraies beautés*, gracieusement drapée dans sa robe blanche dont un côté agrafé sur l'épaule gauche, laisse le bras et le sein droit à découvert.

Le Çomali est jaloux de sa femme plutôt par orgueil que par affection; il se venge contre elle, avec férocité, du délit d'adultère.

J'aurais vivement désiré, pendant mon séjour en Medjourtine, assister à une noce Çomali. Je n'ai pas eu cette bonne fortune et ne puis dire comment se passe cette cérémonie. J'ai cependant joui du spectacle assez curieux de la demande en mariage d'une fille de Bender-Khor par un Warsangueli.

Ce dernier arriva suivi de quelques compagnons chez le père de la jeune fille. Il avait pour la circonstance mis dans sa toilette la plus grande recherche.

Toute la famille excepté la jeune fille l'attendait rangée en demi-cercle devant la porte de la case.

Après l'échange des salutations d'usage, l'un des compagnons du Warsangueli entama directement le marché avec le père, et une fois le nombre de piastres et de chameaux demandés au fiancé, la jeune fille parut et vint prendre place à côté de ce dernier.

On apporta le café et un peu de maïs grillé, et ces légères agapes consacrèrent le contrat.

Le jeune Warsangueli repartit pour aller chercher la dot, laissant deux de ses compagnons garants du marché.

Le côté par lequel s'affirme le plus le degré de civilisation du Çomali, est incontestablement son respect pour les morts.

Les cimetières sont généralement au milieu des villes ou villages, auprès des mosquées, et personne ne les traverse sans motif.

Une simple pierre levée indique la place d'une tombe ordinaire.

Un tumulus, au contraire, s'élève à l'endroit où repose un guerrier mort au combat.

Chaque fois qu'on prend les armes, l armée, en quittant la ville, défile devant les tombes de ces défenseurs de la patrie, en même temps les guerriers poussent alors des cris, des imprécations, adressent des vœux et des prières à eur anciens compagnons d'armes, puis sur le point de s'éloigner, tirent quelques coups de fusil, ou décochent sur le champ des morts une flèche et un javelot qu'ils ne vont ramasser que plus tard.

J'ai rencontré dans mes courses, sur les chemins, en caravane, de

grands tumuli formés seulement de pierres. D'après la version des naturels du pays qui me servaient de guide, ce seraient de simples amas de pierres entassées par les Bédouins eux-mêmes pour en débarrasser les routes. Mais je n'ai pu m'empêcher de remarquer que ces *tumuli* énormes avoisinent presque toujours un cimetière ou un *mosquit* ou grand rond dont le sol est parfaitement nettoyé et sur lequel le nomade vient établir son messagid et faire sa prière. Ces *tumuli* serviraient-ils de point de repère? marquent-ils les distances? ou bien encore, seraient-ils des monuments primitifs élevés à la mémoire des morts?

Tels sont, esquissés à grands traits, la physionomie du peuple Çomali et l'état exact de sa civilisation.

En somme, la réputation de férocité et de cruauté qu'on lui a faite est peu méritée. Il est plutôt méfiant, jaloux de sa liberté, que mauvais. Mais en revanche je crois qu'il a du fond.

Pénétrez chez ce peuple en respectant ses institutions; donnez-lui l'assurance que vous n'avez aucune vue de conquête, et vous arriverez, sinon à vous assurer son amitié et son dévouement, du moins à nouer avec lui des relations sûres qui vous permettront de donner un débouché aux richesses des contrées qu'il habite, à en étendre l'exploitation, et par là même à faire pénétrer la civilisation pacifique du vieux monde dans un coin presque ignoré du continent Africain.

M. P. BROCA

Professeur à la Faculté de médecine de Paris, Secrétaire général de la Société d'anthropologie.

COMPTE RENDU DU CONGRÈS DE MOSCOU (1)

— Séance du 3 septembre 1879. —

---

(1) Voir *Revue scientifique*, 22 novembre 1879, et *Revue d'anthropologie*, 1879.

M. le Dr Eugène VINCENT
à Alger.

OS SUPPLÉMENTAIRE DE LA DEUXIÈME RANGÉE DU CARPE ; ANALOGIE AVEC LE CARPE DES SINGES.

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

La pièce a été trouvée sur un Arabe, Ahmed ben Amar, âgé de 70 ans, né à M'zita, province de Constantine.

Les os de la première rangée ne présentent rien d'anormal ; ceux de la seconde rangée sont au nombre de cinq ; l'os supplémentaire, dont le volume est au moins égal à celui du pisiforme, est placé entre le trapèze en dehors, le grand os en dedans, le trapézoïde en avant ; il s'appuie par sa face supérieure sur le scaphoïde.

Il offre comme tous les os du carpe plusieurs facettes et, si l'on veut, une forme cuboïde ; la facette externe s'articule avec le trapèze ; l'interne, légèrement convexe, avec le grand os ; la face postérieure plane et obliquement dirigée fait partie de la face dorsale du carpe ; la supérieure s'unit au scaphoïde et sur une petite étendue au grand os, l'antérieure s'articule avec le trapézoïde ; enfin l'inférieure avec le deuxième métacarpien.

Des ligaments lient cet os à tous ceux avec lesquels il est en contact.

L'important dans la description de cet os est de se figurer sa situation, ce qui me paraît facile d'après ce qui vient d'en être dit ; on peut du reste, pour plus de simplicité, le considérer comme constitué par la partie postérieure du trapézoïde qui aurait été disjointe du corps de l'os. Le trapézoïde, en effet, est réduit à un très petit volume, inférieur à celui du pisiforme ; il semble qu'il a été divisé en deux, sa partie antérieure représentant le trapézoïde proprement dit ; sa partie postérieure étant ce que j'ai décrit comme os supplémentaire.

Les autres os du carpe ont leur disposition normale.

Cette anomalie existe sur la main droite aussi bien que sur la gauche, les différences entre les deux côtés sont trop minimes pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

J'ai vainement cherché dans les auteurs d'anatomie, la mention de cette anomalie ou d'une autre analogue dans le carpe ; aussi l'explication que l'on peut en donner est-elle à trouver ? Si le trapézoïde était pourvu de deux points d'ossification, on pourrait admettre à la rigueur qu'ils ne se sont pas réunis ; mais l'hypothèse n'a pas de valeur puisque le trapézoide, comme tous les os du carpe, ne se développe que par un point unique d'ossification.

Il faut donc chercher ailleurs. Je crois qu'un rapprochement peut être établi entre cette anomalie et la constitution normale du carpe chez les singes. Cuvier s'exprime ainsi dans son *Traité d'Anatomie comparée :* « Le carpe des singes a un os de plus que celui de l'homme ; il est situé entre le scaphoïde, le trapèze et le grand os et peut être considéré comme un démembrement de ce dernier. » Ajoutons toutefois que le gorille et le chimpanzé font exception à cette règle et n'ont que huit os à leur carpe.

La situation donnée par Cuvier au neuvième os des singes, os que Blainville appelle *intermédiaire*, est bien celle qu'offre le carpe décrit plus haut ; seulement Cuvier le considère comme un démembrement dû au grand os, tandis que sur notre pièce il paraîtrait plutôt qu'il soit dû à un démembrement du trapézoïde. Mais il ne faut pas s'exagérer l'importance de cette divergence d'opinion, il n'y a là qu'une affaire d'appréciation ; j'en trouve la preuve dans ce fait que l'opinion de Cuvier n'est plus admise, et que depuis les travaux de E. Alix, les auteurs considèrent le neuvième os des singes comme provenant du scaphoïde et non du grand os.

Du reste, mon os supplémentaire ne présente avec le neuvième os des singes qu'une analogie de situation, et il ne serait pas difficile de trouver des différences dans la forme de ces deux os ; le rapprochement que j'établis entre ces deux faits a-t-il une valeur réelle, une importance considérable ? Je ne puis me prononcer encore, car il est nécessaire que j'étudie bien des points sur lesquels je n'ai pu m'appesantir ; il faudrait de plus que des hommes plus compétents que moi examinent les pièces et donnent leur avis. Dans le cas où le fait que je signale n'aurait pas l'importance que je crois pouvoir y attacher, il me resterait la consolation de n'avoir pas laissé perdre sans étude sérieuse une pièce qui pouvait avoir une valeur scientifique réelle.

M. le Dr G. DELAUNAY

RAPPORT INVERSE ENTRE LA FÉCONDITÉ DES PARENTS ET LE POIDS DES NOUVEAUX-NÉS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. G. Delaunay pense que les questions anthropologiques ne peuvent être approfondies qu'autant qu'elles sont traitées au point de vue de la biologie

générale. Etant donné un phénomène constant en anthropologie, il importe de le vérifier en botanique et en zoologie; c'est ce qu'a fait M. Delaunay. Il considère d'abord les espèces, puis les races. Un animal est d'autant moins fécond qu'il est plus élevé sur l'échelle de l'évolution; la fécondité diminue dans une race à mesure que cette race évolue, c'est ce que les statisticiens ont constaté pour la nation française en général et pour chaque département en particulier. Si les familles sont moins prolifiques en ce siècle, les hommes sont cependant plus vigoureux, plus travailleurs, plus intelligents, et la preuve c'est que la longévité augmente.

Quant à l'*âge*, les jeunes et les vieux sont plus féconds que les adultes et font des enfants moins vigoureux et plus intelligents que ceux des adultes. A mesure que la fécondité des parents diminue, le poids des nouveau-nés augmente. Il y a opposition constante entre le poids et le nombre des nouveau-nés, entre leur quantité et leur qualité; l'auteur examine enfin la question au point de vue de la constitution, de l'alimentation, de la nosologie.

DISCUSSION

Les théories de ce mémoire ont été vivement combattues par M. le Dr Gosse.

M. P. FIÈRE

Membre correspondant de la Société française de numismatique et d'archéologie.

GROTTES PRÉHISTORIQUES DU DAUPHINÉ (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL).

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. P. Fière présente le résultat des fouilles qu'il a opérées dans les grottes des Balmes de la Buisse, avec la subvention que l'Association française lui a allouée.

Grotte de l'Ermitage. — Après avoir décrit cette grotte, qui est à 35 mètres au-dessus du niveau de la route, et avoir rappelé les découvertes qui y ont été faites antérieurement, M. P. Fière annonce qu'à une profondeur de $1^{m},25$, il a rencontré des os d'animaux (sans ossements humains), sanglier, bœuf, chèvre, mouton, principalement, ainsi que des débris de poteries grossières. Il découvrit ensuite un foyer dont l'emplacement était indiqué par des briques entre lesquelles il trouva de nombreux débris d'ossements et de poteries. M. Fière signale en particulier une pierre polie d'une teinte marron foncé,

(1) Voir *Mémoires de l'Académie Delphinale.*

taillée en forme d'œuf, usée sur l'un de ses côtés et dont il ne peut déterminer l'usage : cette pierre lui paraît certainement taillée de main d'homme; par sa nature elle n'appartient pas aux terrains du Dauphiné.

Grotte de Fontabert. — Cette grotte, distante de 200 mètres de la précédente, est à 30 mètres au-dessus de la route : elle est célèbre par les découvertes qu'y a faites M. le comte de Galbert, notamment par une pierre de jade polie en forme de croissant. M. Fière a fouillé plus bas que n'avait fait M. de Galbert, et il a découvert de nombreux ossements humains mélangés à des ossements d'animaux (chevaux, bœuf, chèvre, mouton, etc.), parmi lesquels il a trouvé une pendeloque en os poli cassée à l'endroit où était le trou par lequel on la suspendait; la cassure est ancienne. A 2 mètres de profondeur, il a trouvé une sépulture complète, contenant plusieurs objets intéressants : le crâne est dolichocéphale orthognathe et d'une grande capacité : il présente une lésion latérale qui a peut-être été produite par une pointe de flèche en silex. A côté de ce crâne se trouvaient un petit crâne, peut-être d'un félin (?), des ossements de tortue et de nombreux fragments de crânes humains, brûlés et noircis par le feu.

M. P. Fière conclut de ce qu'il a observé que cette grotte a été habitée à l'époque paléolithique. Il se propose de continuer ses recherches.

M. le Dr G. PLANQUES

A Montpellier.

STATION NÉOLITHIQUE DU MOULIN DE SAURET, PRÈS MONTPELLIER

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

Sur la rive gauche du Lez, en face le moulin de Sauret, à trois kilomètres de Montpellier, se trouve un petit plateau formé par les sables de Montpellier. — Ce petit plateau est à 5 ou 6 mètres au-dessus de la rivière et s'en trouve distant d'une trentaine.

A la recherche de fossiles, mes yeux furent attirés par des fragments de poterie et des éclats de silex. Dès lors toute mon attention se porta sur ces objets. La terre végétale est fort rare sur ce plateau, qui n'est cultivé qu'aux alentours. Seules y poussent quelques mauvaises herbes. — Il me fut donc facile de ramasser à la surface un grand nombre de fragments provenant de divers instruments. Je pus recueillir cependant quelques flèches fort bien conservées. La surface occupée par les silex est assez grande, mais devait être assurément plus vaste, car j'ai retrouvé

dans les brèches pratiquées pour le passage d'un chemin des poinçons et des silex *en place* au-dessous des terrains cultivés environnants ; le tout mélangé à des poteries et à des ossements. On pourrait croire que la station a été un centre de fabrication à cause des centaines d'éclats que j'ai pu ramasser, flèches à demi formées, grattoirs imparfaits ou brisés.

Les plantes fort rares de ce plateau n'ont pu retenir la terre végétale, et dans sa plus grande surface le sable se montre à nu. J'ai pourtant réussi à trouver trois foyers parfaitement intacts dont je parlerai bientôt. Les premiers objets que j'ai trouvés étaient à la surface du sol et surtout dans les parties les plus déclives de ce petit plateau. Là, j'ai trouvé quelques flèches, des grattoirs surtout. Je ne ferai point ici la description des objets, vous les avez sous les yeux, et, d'après leur type, je me crois autorisé à dire qu'ils appartiennent à l'époque néolithique, à l'âge de la pierre polie.

Après avoir bien examiné la surface, je remarquai certains points où la terre végétale n'avait pas disparu et semblait n'avoir pas été touchée de longtemps. Je me mis à les fouiller. Bien m'en prit, car je me trouvai bientôt en présence d'un foyer. Des pierres portant l'empreinte du feu se trouvaient au milieu de cendres et rangées en cercle. Autour de ces pierres, je découvris un grand nombre d'ossements de divers animaux, des poteries, et les plus beaux échantillons que je possède, d'abord un poinçon parfaitement intact, aussi aigu que la pointe d'une aiguille de nos jours (cette petite pointe fait défaut par suite d'accident); tout près, deux flèches en silex brun et une autre rouge. En outre, il y avait un hameçon dont je n'ai pu recueillir que la moitié, mais qui est très caractérisé. Dans un autre, situé à deux mètres du premier, une petite hache en fibrolithe qui me paraît un des objets les plus intéressants; d'autres flèches et une moitié de poinçon qui a subi l'action du feu, une pointe plus forte et un os poli par l'usage dont a éclaté un des fragments. Là encore les pierres étaient calcinées par le feu ; ces pierres ne sont autre chose, pour la plupart, que des concrétions sableuses prises sur place. Tous ces objets se trouvaient à 25 ou 30, et même 40 centimètres de profondeur. La conservation parfaite de certains d'eux donne l'assurance qu'aucune cause ne les avait encore déplacés.

Les poteries se trouvaient aussi en grand nombre et j'ai l'honneur de vous présenter ici, messieurs, certains morceaux assez caractéristiques, tous trouvés dans les foyers. Quelques-uns portent des petits trous, d'autres quelques ornements. Tous ont subi l'action du feu. Du reste, pas un vase entier. Les ossements n'appartiennent qu'aux animaux; mélangés à eux, des fragments de coquilles, de carapaces de tortues et des dents en assez grand nombre. — Aucun reste humain.

Mes fouilles ne sont pas encore terminées; j'espère les compléter encore mieux et pouvoir donner des détails plus précis.

DISCUSSION

M. E. Cartailhac fait remarquer dans le lot d'objets intéressants que M. le docteur Planques soumet à la section une petite hachette en fibrolithe. Elle a été, sans doute, fabriquée en Auvergne.

12e Section

SCIENCES MÉDICALES

Président..... M. POTAIN, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris (1).

Vice-Présidents..... MM. J. BERGERON, médecin des hôpitaux de Paris, Membre de l'Académie de Médecine.
COMBAL, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier
COURTY, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier.
DENUCÉ, Doyen de la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Secrétaires..... MM. CHALOT, Agrégé à la Faculté de Médecine de Montpellier.
Fr. FRANCK, Préparateur au Collège de France.
GRASSET, Agrégé à la Faculté de Médecine de Montpellier.
L.-H. PETIT, de Paris.

M. de WECKER

LA GUÉRISON DU GLAUCOME SIMPLE PAR LA SCLÉROTOMIE

— Séance du 29 août 1879. —

Lorsque, il y a vingt-deux ans, *de Grœfe* dota l'humanité de l'importante découverte qui illustra à jamais son nom, en imaginant un moyen chirurgical propre à guérir le glaucome, on ne tarda pas à se convaincre que si la guérison était à peu près certaine dans les glaucomes à forme aiguë ou irritative, par contre l'opération manquait trop souvent son but dans les cas de glaucome chronique simple dépourvus de tout signe irritatif.

Aussi, en France, *Desmarres*, qui à cette époque tenait le sceptre de l'ophthalmologie, adoptait-il avec empressement la découverte de son ami et élève pour ce qui regardait les formes aiguës et irritatives, tandis qu'il déclarait que toute opération était contre-indiquée dans le glaucome simple. Du reste, *de Grœfe* lui-même était contraint de reconnaître que, pour cette variété de glaucome, l'opération présentait moins

(1) M. Potain a été élu président à la première séance de la session de 1879, en remplacement du Dr Guller, président désigné pour 1879, décédé.

de sûreté, et, à la fin de sa carrière, il se prononça comme il suit : En ce qui touche le glaucome simple, l'opération, dans un peu plus de la moitié des cas, ramène la pression à son état normal, quoique la vue ne s'améliore que très lentement ; dans un quart des cas, la vision est (grâce parfois à une seconde opération) maintenue ; enfin, pour le reste des cas, on peut souvent, en s'aidant d'une nouvelle opération, conserver pendant quelque temps la vision, ou au moins retarder la cécité relativement à ce qui serait survenu si l'on n'avait pas opéré. Dans 2 0/0 des cas, l'iridectomie a, de l'aveu de *de Græfe* lui-même, un résultat désastreux en créant une forme maligne de glaucome.

Tous les cliniciens pensent que *de Græfe* a montré, pour l'opération qu'il avait imaginée, une indulgence de père, tous sont d'avis que cette heureuse découverte perd notablement de son éclat dès qu'il ne s'agit plus d'une variété irritative de glaucome, mais de la forme chronique absolument dépourvue de symptômes irritatifs, que l'on avait même regardée, jusqu'aux travaux de *de Græfe*, comme une maladie particulière, n'ayant rien à faire avec le glaucome, alors qu'elle en est, en réalité, le prototype.

Trouver pour cette forme, qui représente 40 à 50 0/0 de la totalité des cas de glaucome, une opération qui équivaudrait, quant à ses résultats, aux merveilleux effets de l'iridectomie lorsqu'elle est appliquée à un glaucome aigu ou irritatif, serait donc, en complétant la découverte de *de Græfe*, rendre un signalé service à nombre de malades qui ne bénéficiaient pas, ou fort peu, de cette opération.

Les nombreuses sclérotomies que j'ai exécutées dans ces derniers temps pour le glaucome simple, et la comparaison que j'ai faite avec les opérations d'iridectomie pratiquées par moi pendant nombre d'années pour cette même variété de glaucome, m'autorisent à penser que la sclérotomie offre un effet curatif aussi prononcé pour la forme simple du glaucome que l'iridectomie pour la forme aiguë ou irritative.

La sclérotomie s'exécute, ainsi que je l'ai indiqué, avec cette seule modification que, si la profondeur de la chambre antérieure le permet, et dans le cas où il est utile de rechercher une puissante action, je ne me borne pas à former un lambeau de deux millimètres de hauteur dont le tiers moyen reste non sectionné, mais que je vais jusqu'à trois et même quatre millimètres, comme l'a aussi conseillé le professeur *Mauthner*, de Vienne, jusqu'ici le plus chaud partisan de la sclérotomie.

Le couteau de *de Græfe*, dont je me sers toujours actuellement pour la sclérotomie, est enfoncé à un millimètre du bord cornéen et conduit avec une extrême lenteur à travers la chambre antérieure, en le tenant très exactement dans un plan parallèle à l'iris, de manière à ce que la contre-ponction s'effectue aussi précisément à un millimètre du bord

interne de la cornée dans la sclérotique. Il est indispensable de bien surveiller la marche du plan du couteau, dont le tranchant regarde l'extrémité supérieure ou inférieure du diamètre vertical de la cornée (suivant qu'on opère en haut ou en bas), afin que la sclérotomie soit bien exactement pratiquée, car ce n'est qu'à cette condition qu'on peut compter sur un parfait résultat. Si, en effet, on ne maintient pas bien le parallélisme entre le plan du couteau et celui de l'iris, pendant que l'instrument chemine dans la chambre antérieure, on s'expose alors, en tenant la pointe trop en avant, à ressortir dans le tissu cornéen et à n'obtenir qu'une sclérotomie incomplète. Au contraire, pousse-t-on, pendant le passage du couteau au devant de l'iris, la pointe trop en arrière ? le tranchant de l'instrument est susceptible, dans ce cas, d'effleurer le corps ciliaire, ce qui peut provoquer, non seulement une hémorrhagie gênante, mais encore un état irritatif inquiétant de l'œil.

La sclérotomie doit donc être soigneusement étudiée pour arriver à une parfaite exécution, et il en est de cela d'ailleurs comme de toute autre opération. Il ne sera pas non plus aisé, pour quiconque n'a pas acquis une suffisante expérience, de savoir bien exactement ménager le tiers moyen de la section, tout en tenant le tranchant du couteau en contact avec l'encoignure de la chambre antérieure, de façon qu'il y ait continuité entière ou presque entière de toute la section interne, le long de la paroi interne de la chambre au devant de laquelle le couteau a glissé.

Le danger d'un enclavement de l'iris est d'autant plus sûrement évité que toute opération de ce genre doit être précédée de plusieurs instillations d'ésérine, et *que la sclérotomie ne sera exécutée que sur des yeux où le myotique a atteint son summum d'action*. On n'obtient un pareil myosis que dans les formes de glaucome simple et dans les variétés de glaucome chronique irritatif où l'emploi prolongé des myotiques (ésérine, pilocarpine), a amené celles-ci à revêtir la forme simple. Comme l'a aussi fait observer le professeur Schweigger, la parfaite action des myotiques peut servir de guide pour le choix de l'opération ; lorsque cette action est complète, la sclérotomie est indiquée, mais si les phénomènes irritatifs empêchent l'accomplissement d'un pareil effet, l'iridectomie doit, pour le moment, avoir la préférence, et cela non seulement à cause de la plus grande facilité qu'elle présente dans son exécution, mais encore en raison de la garantie qu'elle fournit contre tout enclavement.

Le très grand nombre de sclérotomies que j'ai pratiquées (48 dans les six premiers mois de cette année), m'ont démontré la supériorité de cette opération sur l'iridectomie dans le glaucome simple. Tandis qu'autrefois on se montrait très satisfait si l'incision de l'iris enrayait

la marche de cette variété de glaucome et qu'on ne promettait guère au malade qu'une légère amélioration, un contrôle exact de mes opérés m'a fourni la certitude qu'on pouvait obtenir par la sclérotomie un accroissement de la vision souvent surprenant. J'ai vu l'acuité visuelle qui était réduite aux deux tiers, à la moitié ou même au tiers, se relever au point d'atteindre de nouveau une acuité normale.

Le passage sus-mentionné de *de Græfe* démontre bien clairement qu'il n'a jamais, lui-même, observé, dans un cas de glaucome simple, une pareille amélioration à la suite de l'iridectomie. Par contre, surtout lorsque la maladie avait déjà fait de tels progrès que le point de fixation était menacé de se trouver englobé dans le rétrécissement du champ visuel, l'iridectomie déterminait fréquemment une réduction très sensible de la vision. J'ai pu constater que, même dans ces cas peu favorables, l'acuité et le champ visuel s'accroissaient rapidement, et quelquefois dans une assez large mesure, après la sclérotomie.

Enfin, tandis qu'à la suite de l'iridectomie, alors même qu'elle avait été exécutée avec un plein succès, il y avait à craindre, chez l'opéré, un abaissement momentané de la vision, ainsi que la production d'un astigmatisme réclamant définitivement une correction, sans parler encore d'un éblouissement parfois assez gênant pour le malade, rien de semblable ne s'observe après la sclérotomie qui laisse un œil tout à fait intact.

Il est évident que la supériorité de la sclérotomie sur l'iridectomie, dans la forme de glaucome simple, réclame encore pour sa consécration une observation clinique plus prolongée, mais dès à présent je reçois déjà de bien des côtés la confirmation de l'exactitude du fait que je viens d'avancer. Ainsi un confrère anglais, M. Swanzy, de Dublin, qui portera cette année la question de la sclérotomie devant la réunion de la British Medical Association, m'écrit les lignes suivantes :

« J'ai fait récemment la sclérotomie dans deux cas de glaucome chro-
» nique simple et j'ai été étonné des résultats. Chez l'un et l'autre
» malade, les conditions étaient défavorables, toutefois deux ou trois
» jours après l'opération, la vue avait décidément gagné, la tension
» s'étant trouvée complètement réduite dès que l'opération eut été exé-
» cutée. Ce sont des cas dans lesquels je me suis toujours déclaré satis-
» fait lorsque je réussissais à conserver ce que le malade possédait de
» vision, renonçant alors à tout espoir d'obtenir par l'iridectomie une
» amélioration. J'ai fréquemment vu décroître (*decrease*) la vue après
» l'iridectomie pratiquée pour le glaucome simple, mais je ne crois pas
» qu'on ait souvent trouvé, à la suite de cette opération, une augmen-
» tation de l'acuité visuelle. Grâce à la sclérotomie, on pourra s'at-
» tendre à obtenir un accroissement de la vision. »

La constatation par de nombreux opérateurs des résultats favorables que la sclérotomie leur a fournis devra être considérée comme une preuve d'une tout autre valeur que celle que je pourrais donner moi-même, ayant été l'instigateur de ce nouveau mode opératoire, qualité qui pourrait justement mettre mes confrères en défiance.

DISCUSSION

M. Denucé approuve complètement la conduite de M. de Wecker; il constate que la sclérotomie, dans les conditions indiquées par ce chirurgien, est rarement pratiquée ; ses indications sont très nettes, aussi bien au point de vue clinique qu'au point de vue thérapeutique. Les bons résultats que donne l'iridectomie dans les cas de glaucome aigu sont analogues à ceux que donne la sclérotomie dans le glaucome simple.

M. LEUDET

Directeur de l'École de médecine de Rouen.

LES LÉSIONS DU PÉRITOINE CHEZ LES ALCOOLISÉS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Leudet présente quelques observations sur les lésions du péritoine chez les alcoolisés. Ces lésions sont: 1° une ascite qui s'accroît lentement, résiste aux traitements médicaux ordinaires et peut disparaître définitivement après une ponction, à condition que les voies digestives soient en bon état; 2° des lésions inflammatoires chroniques, péritonite granuleuse comme dans la tuberculose ; plaques laiteuses, rétractions et épaississement du mésentère ; rarement des adhérences entre les feuillets du péritoine. On peut trouver avec cette forme de péritonite un peu de liquide, soit limpide, soit d'aspect blanc-grisâtre, pas franchement purulent ; quelquefois, dans une période avancée, le liquide est hémorrhagique.

La marche de ces lésions est lente, très insidieuse ; l'attention n'est appelée sur elles que lorsqu'elles sont déjà très avancées ; elles semblent résulter souvent de l'irradiation lente de lésions du tube digestif, comme la cirrhose gastrique avec ou sans ulcère, l'entérite.

DISCUSSION

M. Henrot (de Reims), qui habite un pays où les alcooliques sont en grand nombre, a observé des faits qui confirment ceux de M. Leudet et justifient

la distinction qu'il a établie entre les différentes lésions du péritoine chez ces malades.

Dans un cas, chez un sujet non syphilitique, et atteint d'ascite, il fit une ponction ; l'ascite se reproduisit et une seconde ponction fut nécessaire cinq ou six mois après. Le traitement consista ensuite en purgatifs répétés et en boissons alcalines. Après la ponction, on put constater que le foie n'était pas malade. Chez ce patient, M. Henrot a observé des accidents cérébraux, mais ils ont été occasionnés par une cause morale. Ces cas ne doivent pas être rares, car M. Henrot a vu souvent, chez des alcooliques, des ascites idiopathiques peu abondantes et survenant dans les mêmes conditions, mais il ne savait comment les interpréter. Il a publié il y a deux ans dans l'*Union médicale du Nord-Est* plusieurs cas de ce genre. Il a trouvé dans ces cas un épaississement de l'estomac, des lymphatiques, du mésentère, de la rate, du petit et du gros intestin, véritables scléroses de ces organes, mais il les avait attribuées, tout en faisant des réserves, à la syphilis.

M. Denucé a vu un cas analogue d'ascite chez un alcoolique. A la suite de purgations répétées et d'un régime lacté continué pendant plusieurs mois, l'ascite disparut sans ponctions. Alors l'examen du foie démontra qu'il n'existait aucune lésion de cet organe. Le malade a guéri, mais il a abandonné ses habitudes.

M. Potain cite une observation du même genre.

M. LIVON

Professeur suppléant à l'École de médecine de Marseille.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE DE L'ACIDE SALICYLIQUE (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1879. —

M. Livon communique la suite de ses recherches sur l'action physiologique de l'acide salicylique. Celles-ci ont porté sur la respiration et sur le système musculaire.

Pour la respiration, il a constaté que sous l'influence de l'acide salicylique administré à un mammifère (cobaye), à un oiseau (tourterelle), à un batracien (grenouille), il y avait une augmentation de l'acide carbonique exhalé.

Sur le système musculaire de la grenouille, il a obtenu des tracés indiquant la formation lente de contractions tétaniques suivies bientôt d'un épuisement du muscle.

(1) Voir *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 1er déc. 1879 et 16 févr. 1880.

Etudiant l'action sur la contractilité musculaire et sur la cause de ses contractions, M. Livon arrive au résultat suivant par de nombreuses expériences : l'acide salicylique a une action spéciale sur le système nerveux central; en second lieu, l'extinction rapide de la contractilité musculaire est due plutôt à l'épuisement provoqué par les convulsions auxquelles le médicament a donné naissance, comme cela arrive pour la strychnine et la nicotine, qu'à une action spéciale sur la fibre contractile.

DISCUSSION

M. Carrieu a observé un cas clinique qui paraît confirmer l'interprétation donnée par M. Livon à ses expériences. Il s'agissait d'un malade qui, atteint de rhumatisme, était débarrassé de ses manifestations articulaires, lorsque tout à coup il fut pris de convulsions et mourut subitement. A l'autopsie on trouva les méninges un peu rouges, un peu de liquide dans les ventricules, mais pas d'hémorrhagie cérébrale, ni aucune lésion qui pût expliquer la mort. On pensa qu'elle devait être attribuée à la médication salicylée.

M. Clément (de Lyon) pense au contraire que les cas cliniques sont tout à fait opposés aux conclusions de M. Livon. Il a donné un grand nombre de fois le salicylate de soude à la dose minimum de 6 grammes, et jamais il n'a vu d'accidents convulsifs. Dans le rhumatisme, il faut même donner ce médicament à la dose de 8 grammes pour obtenir des effets thérapeutiques. Avec 2 grammes, et c'est la dose employée dans le cas funeste de M. Carrieu, on n'obtient rien. Donc il faut chercher une autre interprétation.

M. Livon fait observer que la dose qu'il administrait aux animaux était très forte relativement au poids du corps et représentait une quantité bien supérieure à celle que l'on administre aux malades dans un but thérapeutique.

M. Combal croit qu'on ne connaît pas encore exactement les indications exactes de la médication salicylée. Le cas auquel a fait allusion M. Clément était un cas de goutte; or si le salicylate fait cesser la douleur, M. Combal considère que dans les cas analogues à celui-ci, la douleur, comme les fluxions articulaires, doit être respectée, car ces phénomènes sont le contrepoids des accidents viscéraux.

M. Bergeron n'a jamais observé d'accidents après l'emploi du salicylate de soude; il pense que ces accidents ont pour cause les altérations des organes par lesquels le salicylate s'élimine, la peau et les reins en particulier. Chez les enfants, les reins sont en général intacts, et comme M. Bergeron a eu surtout affaire aux malades de l'hôpital Sainte-Eugénie, il pense que c'est à cette circonstance qu'il doit de n'avoir jamais observé d'accidents.

M. Petit ajoute, comme confirmation des opinions émises précédemment sur l'influence des lésions viscérales sur l'apparition des accidents consécutifs à la médication salicylée, les renseignements suivants. Dans presque toutes les observations de ce genre qui ont été publiées, et dans lesquelles sont notées les lésions trouvées à l'autopsie, il y avait des altérations anciennes du cœur, du foie ou des reins. Dans quelques cas, la mort est survenue à la

survenue à la suite de phénomènes cérébraux avec élévation de la température, mais alors on avait donné des bains froids concurremment avec le salicylate de soude, et il est probable que la gêne de l'élimination du salicylate causée par cette pratique avait déterminé les accidents et la mort.

M. le Dr S. PODOLINSKI

L'ÉTAT SANITAIRE DES POPULATIONS DU GOUVERNEMENT DE KIEW

— *Séance du 29 août 1879.* —

Le gouvernement de Kiew est situé sur la rive droite du *Dnieper*, entre 52° et 48° 30′ de latitude nord. Il occupe une surface d'à peu près 50,000 kilomètres carrés et contient presque 2,500,000 habitants, ce qui constitue près de 50 habitants par kilomètre carré. On voit donc que ce gouvernement est un des plus peuplés de toute la Russie ; il en est aussi un des plus fertiles et des plus industrieux. Les deux tiers méridionaux du gouvernement de Kiew exportent des quantités considérables de blés et possèdent, en outre, plus de soixante fabriques de sucre, très grandes et pour la plupart très bien construites. Les populations agricoles, trouvant presque toujours de l'ouvrage relativement bien rémunéré, sont plus à leur aise que dans la majorité des gouvernements de la Russie.

Leur état sanitaire, cependant, est loin d'être satisfaisant. La mortalité moyenne, pour tout le gouvernement, est de 33.9 sur 1,000 habitants par an, c'est-à-dire seulement de 2.9 sur 1,000 moindre que la mortalité moyenne de tout l'empire russe. Il est vrai que, malgré cela, la population du gouvernement augmente rapidement, mais cela tient à une natalité excessive qui est de 50.6 sur 1,000.

Ce n'est pas la mortalité des nouveau-nés qui est particulièrement considérable, comme on serait tenté de le croire. Au contraire, dans le courant de la première année de leur existence, il ne meurt que 168.5 enfants sur 1,000, c'est-à-dire 85 enfants de moins que dans la Russie entière, et 19 de moins qu'en France. La plupart des autres gouvernements de la Petite-Russie ont une mortalité enfantine encore moins grande, et c'est l'usage généralement répandu de donner le sein aux enfants et la façon particulièrement attentive et tendre des mères ukrai-

niennes de les soigner qui produisent cet effet favorable. Dans plusieurs gouvernements de la Grande-Russie, où, il est vrai, le climat est plus froid, la mortalité des enfants atteint le chiffre effrayant de 375—436 sur 1,000 dans le courant de la première année (1).

Si pourtant l'état sanitaire général du gouvernement de Kiew est peu satisfaisant, il doit y avoir des raisons particulières qu'il s'agit de trouver. Ces raisons diffèrent considérablement chez les populations urbaines et rurales, et il convient mieux de les envisager séparément.

Comme type de population urbaine, je prendrai la ville de Kiew, le chef-lieu du gouvernement. D'après le recensement de 1874, cette ville possède une population de 127,000 habitants, dont la mortalité moyenne, pour les quarante dernières années, est de 38.7 sur 1,000, tandis que la natalité est seulement de 37.7 sur 1,000.

Il s'en suit que la population de Kiew augmente uniquement par l'immigration. Les vingt-cinq paroisses de la ville présentent des conditions de mortalité très différentes. Les cinq paroisses dont la mortalité est la moindre sont toutes habitées par les classes les plus aisées ou par les jeunes gens très nombreux qui viennent faire leurs études à Kiew. La plupart de ces quartiers occupent un emplacement élevé et bien aéré. La mortalité de leurs habitants n'oscille qu'entre 14.9 et 24.1 sur 1,000. Au contraire, les paroisses situées dans le bas fond, au bord du Dnieper, chaque printemps exposées aux inondations et habitées en majeure partie par des petits artisans et des ouvriers, offrent une mortalité qui, de 39.6, monte jusqu'à 44.2 sur 1,000. Les différences de la natalité, comparée à la mortalité, sont encore plus frappantes. Dans les cinq premières paroisses, les naissances l'emportent sur les cas de mort de 250 0/0 à 156 0/0, et dans les cinq dernières les naissances ne représentent que 85 0/0 à 91 0/0 des cas de mort. La mortalité de la première année de l'existence qui est de 277 sur 1,000 pour toute la ville de Kiew, monte dans les paroisses du quartier bas jusqu'à 462—642 sur 1,000. On voit que ce sont surtout les conditions topographiques et sociales qui ont l'influence prépondérante sur le mouvement de la population à Kiew. Pendant les différentes saisons, la mortalité s'est répartie des façons suivantes : hiver, 24.9 0/0; printemps, 24.8 0/0; été, 28.4 0/0; automne, 21.9 0/0 (2).

Les conditions sanitaires des districts ruraux, surtout dans le midi du gouvernement, sont moins désavantageuses. Les districts de *Zwénigorodka*, *Tcherkassy* et *Tchigrin* offrent en moyenne une mortalité de 30 à 35 sur 1,000 et une natalité de 40 à 45. Cependant, les chiffres

(1) Yanson. *Statistique comparée.* Moscou, 1878 (en russe).

(2) Panticukow. *Essai d'une topographie sanitaire et d'une statistique de Kiew.* 1877, Kiew. Édition du Comité statistique du Gouvernement (en russe).

exacts manquent encore totalement, et c'est la cause qui me décide à communiquer quelques détails concernant un seul village, où j'ai pu avoir des données exactes sur le mouvement de la population dans le courant des dernières trente-six années. Les conditions topographiques des villages de la Russie méridionale se ressemblent beaucoup, ce qui pourrait justifier, à un certain point, l'application d'une pareille méthode.

Ce village, nommé *Yaroslawka*, situé dans la partie méridionale du district de Zwénigorodka, consiste en 120 maisons qui contiennent une population de 650 âmes. Dans le courant des 40 années, depuis 1838 jusqu'à 1877, il y est mort 708 personnes, ce qui, sur une population moyenne de 600 âmes, constitue une mortalité de 30 sur 1,000. Dans le courant de 36 années, depuis 1842 à 1877, il est né 909 enfants ou 41 sur 1,000.

Avant l'âge de 7 ans sont mortes	386	personnes ou	55 0/0.
Entre 7 et 60	—	214	—	30 0/0.
Après 60	—	105	—	15 0/0.

Les six mois les plus chauds de l'année n'ont fourni que 242 décès ou 37 0/0.

Les six mois les plus froids, 466 décès ou 63 0/0.

Les maladies épidémiques ont causé la mort de 241 personnes ou 37 0/0 de la totalité. Il est mort :

	Avant l'âge de 7 ans.	Après 7 ans.	Ensemble.
De la variole.	54	4	58
De la rougeole.	36	»	36
De la coqueluche, bronchite et pneumonie épidémiques. . . .	61	»	61
De la diphthérie et du croup. . .	22	1	23
De la dysenterie	16	»	16
Du typhus.	6	9	15
Du choléra	8	10	18
Du scorbut	1	9	10
De la scarlatine	4	»	4
Total.	208	33	241

Il y a d'autres maladies qui, moins mortelles que celles-ci, sont beaucoup plus répandues cependant. Ce sont surtout les *fièvres intermittentes* et la *syphilis*. La Russie méridionale devrait être libre de fièvres, car ce pays présente l'aspect d'une plaine élevée de 200 à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, coupée par des vallons assez étroits et qui, jouis-

sant d'un climat sec, ne donne point d'occasion à la formation de marécages naturels. Cependant, les fièvres sont très fréquentes dans tout le pays, parce que les grands propriétaires fonciers ont l'habitude de faire construire un ou plusieurs étangs énormes au milieu même du village. Tous ces étangs sont très mal entretenus, leur niveau change souvent, leur fond est comblé de restes de plantes et d'animaux aquatiques en état de putréfaction, etc. L'époque de la première décroissance des eaux, c'est-à-dire les mois de mai et de juin, est celle où j'ai observé le plus de fièvres. La population de Yaroslawka me fournissait ordinairement de 50 à 60 malades, c'est-à-dire près de 10 0/0 de la population entière. Dans d'autres villages, les cas de fièvres sont encore plus fréquents; il y a même des endroits où ils deviennent quelquefois mortels, comme par exemple dans le bourg de *Chpola*. La syphilis est le fléau principal des populations rurales de presque toute la Russie. Dans toutes les contrées que j'ai eu l'occasion de visiter, la quantité des malades est énorme; mais, dans le midi, ce sont surtout les gouvernements de *Kiew*, de *Poltava* et de *Thernigow* qui en souffrent le plus. Je connais des villages où au moins le tiers des habitants est contaminé par le mal. Dans celui de Yaroslawka, sur 120 familles, il y en a 30 que je connais être syphilitiques, et seulement 64 dont je suis sûr qu'elles ne le sont pas. L'influence de la syphilis sur la dégénération de la population et sur l'accroissement de la mortalité est énorme. Je ne connais presque pas de membre d'une famille syphilitique de mon village qui ait dépassé l'âge de 60 ans. Les 30 familles contaminées ont fourni, dans le courant de 27 ans, 124 cas de mort ou 4.15 par famille, tandis que les 64 familles libres de la contagion n'ont perdu que 176 individus ou 2.75 par famille. Par conséquent, le rapport de la mortalité des syphilitiques à celle des personnes qui ne le sont pas, est, dans le village de Yaroslawka, égal à 150 0/0.

La raison principale d'une pareille propagation de la syphilis est l'hérédité. Les mariages des individus contaminés par le mal sont très fréquents; les paysans ne se rendent pas compte de la connexion qui existe entre la syphilis tertiaire et ses accidents primaires et secondaires. Ils n'admettent pas tous son hérédité, ils la cachent souvent et marient leurs enfants malades en propageant de cette façon la maladie de plus en plus. La plus grande partie des malades, qui existent à présent, ne le sont pas de leur propre faute, mais tiennent la contagion de leurs parents ou grands parents. Il m'est aussi arrivé de voir des exemples où la syphilis héréditaire ne s'est manifestée que vers l'âge de la puberté.

Outre l'hérédité et les motifs généraux de la propagation de la syphilis, c'est-à-dire le campement des soldats dans les villages, la prostitution, etc., il y en a encore de spéciaux dans le midi de la Russie, et sur-

tout dans le gouvernement de Kiew. Ce sont les fabriques de sucre et leurs plantations de betteraves où le travail est organisé d'une façon vicieuse et dangereuse pour la salubrité publique. Les fabricants de sucre, pour la plupart juifs, ne trouvant pas facilement la grande quantité d'ouvriers nécessaires à la culture des betteraves, en partie à cause de l'aisance relative et de la modicité des besoins de la population rurale, ont imaginé d'attirer la jeune génération des villageois en réunissant l'orgie au travail, en offrant de l'eau-de-vie et en faisant jouer de la musique plusieurs fois par jour, en faisant coucher jeunes garçons et jeunes filles ensemble, en un mot, en offrant toutes les occasions à la débauche, en tâchant de dépraver la population, la ruiner moralement et matériellement, pour l'avoir constamment en leur pouvoir. Les jeunes gens des villages, grâce au manque complet de toute espèce d'éducation intellectuelle ou morale, se laissent bien souvent prendre dans ce piège grossier, quittent par centaines les maisons de leurs parents et s'en vont passer deux ou trois mois aux plantations des betteraves, dans un milieu dépravé et malade, s'habituant à boire de l'eau-de-vie, dépensant tout leur salaire, contractant la syphilis. Les jeunes filles qui ont passé une saison « *aux betteraves* » sont très difficiles à retenir à la maison. Elles s'ennuient et ne peuvent plus supporter le travail régulier dans leur famille. Dès qu'elles voient arriver au printemps les beaux musiciens-embaucheurs des fabricants, assis sur des chars décorés, traînés par quatre chevaux magnifiques, elles n'écoutent plus les sages exhortations de leurs parents et se laissent facilement enlever, pour ne revenir que vers la fin de la saison, fatiguées, dépravées, malades. A 15 kilomètres environ de Yaroslawka, il y a un village nommé *Lipianka*, qui m'a fourni, dans le courant d'un seul été, plus de cinquante jeunes filles de seize à vingt-cinq ans malades de la syphilis. En général, la quantité de malades syphilitiques, que j'avais à examiner par an, dépassait un millier d'individus, ce qui constituait à peu près 20 0/0 de la totalité des malades qui venaient me consulter. La partie septentrionale de mon district médical, qui possède quatre grandes fabriques de sucre, m'a présenté au moins deux fois autant de cas de syphilis, que la partie méridionale où les fabriques n'ont pu être organisées à cause du manque presque total de forêts.

Ni le gouvernement, ni les municipalités n'entreprennent rien de sérieux pour l'assainissement de la contrée et pour le traitement de la syphilis. Les paysans eux-mêmes s'expliquent encore très mal les vraies raisons de leurs maladies. Ils ont une tendance prononcée à attribuer tous leurs maux à des influences momentanées, comme par exemple au froid ou à un effort considérable, etc., et n'admettent que difficilement l'influence prolongée et accumulée des mauvaises conditions hygiéniques.

Les superstitions et la croyance aux causes supranaturelles sont aussi très répandues jusqu'à présent. Les principales explications de cette dernière espèce peuvent être réunies dans les catégories suivantes :

Porobleno, ce qui veut dire que quelqu'un, par malveillance, en faisant des actions symboliques, a envoyé le mal à celui qui souffre.

Nahoworeno exprime l'influence funeste de paroles malveillantes.

Pristrite ou mauvaise rencontre est la cause des maladies provenant de la rencontre d'une personne qui a le mauvais œil.

Le *Pidviy* arrive lorsque quelqu'un rencontre un tourbillon, ce qui est considéré comme très dangereux, car c'est aux mouvements rotatifs des diables que les paysans attribuent ce phénomène de la nature.

Le *Péréliak* ne veut dire autre chose qu'une « frayeur », et sert pour expliquer les maladies nerveuses, l'épilepsie, etc. Les « *Vieilles femmes* » traitent ces maladies en cassant un œuf et le versant dans de l'eau. Si, en regardant la forme acceptée par l'œuf dans l'eau, la « Vieille » devine la raison de la frayeur du malade; ce dernier guérit (1).

Toutes ces superstitions, du reste, commencent à s'affaiblir, et depuis l'existence des Conseils généraux dans plusieurs gouvernements de la Russie méridionale, la confiance des paysans pour les médecins consciencieux a beaucoup augmenté et les idées rationnelles sur la santé commencent à se propager rapidement. Les populations agricoles de la Russie méridionale sont intelligentes, elles se distinguent par une grande douceur de caractère, et témoignent envers le médecin consciencieux une telle bienveillance et une telle délicatesse de sentiments, qu'on est étonné de les rencontrer chez des gens pour l'éducation desquels les classes dirigeantes ne se sont jamais donné la peine d'entreprendre quoi que ce soit de sérieux.

M. CHALOT

Agrégé de la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LES INJECTIONS HYPODERMIQUES DE CHLORHYDRATE DE PILOCARPINE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. Chalot communique le résultat de ses observations sur les injections hypodermiques de chlorhydrate de pilocarpine après l'opération de la cataracte par extraction et dans quelques autres affections. Dans plusieurs cas

(1) S. Podolinsky. *L'Hygiène du peuple en Oukraine, 1879* (en Oukrainien).

d'hydarthrose du genou, simple ou double, dans un cas de kyste de l'ovaire, d'hydrocèle, d'infection purulente, l'auteur n'a rien obtenu comme résultat thérapeutique, et cependant les effets physiologiques ont été très marqués dans tous ces cas.

Tous les malades ont supporté difficilement les injections de chlorhydrate de pilocarpine, tant à cause de l'angoisse que de la lassitude qui les accompagne; plusieurs même ont refusé absolument de continuer la médication. Injecté à des intervalles trop rapprochés ou en trop grande quantité, ce médicament donne lieu à des phénomènes d'intoxication, à des syncopes qui peuvent être mortelles. Les injections de pilocarpine, faites pour la plupart des cas à doses assez grandes et en nombre suffisant, n'ont donné que peu ou pas de résultat contre la kératite superficielle, diffuse, l'hyphéma, l'aquo-capsulite, l'exsudation et l'état nébuleux du corps vitré.

DISCUSSION

M. Fieuzal n'a rien obtenu de l'injection du nitrate de pilocarpine dans un cas d'atrophie papillaire commune; ce médicament n'a pas arrêté la marche de la maladie, bien qu'il ait été continué pendant six semaines; le malade était fatigué par la sialorrhée et les sueurs, et on s'arrêta.

M. Denucé a employé aussi le chlorhydrate de pilocarpine dans un cas à la suite d'une opération de cataracte; un jour on injecta par mégarde 10 centigrammes au lieu d'un. Il survint immédiatement des phénomènes d'intoxication graves : sialorrhée abondante, sueurs, vomissements, superpurgation, refroidissement du corps, état syncopal. On aurait pu penser à un véritable cas de choléra. Néanmoins le malade en revint.

M. Eustache a essayé ce médicament dans vingt ou trente cas, entre autres de kératite ou d'accidents consécutifs à l'opération de la cataracte, sans obtenir d'amélioration. Dans trois cas d'atrophie commençante de la pupille, les résultats ont été également négatifs.

M. Leudet ayant observé, dans un cas d'exsudat hémorrhagique, des membranes de l'œil, consécutif à une embolie rétinienne de cause cardiaque, des accidents à la suite de l'administration de la pilocarpine, demande s'il ne faudrait pas rapporter ces accidents à la présence de l'affection cardiaque.

M. Massart (de Honfleur) rapporte à titre de renseignement, qu'ayant administré deux injections de pilocarpine dans un cas d'ascite de cause cardiaque, le malade mourut un quart d'heure après la troisième, pratiquée dans les mêmes conditions que les précédentes.

M. Chalot ajoute à ces propos que les deux malades chez lesquels il a observé des accidents syncopaux étaient atteints d'athérôme artériel très marqué. Il est probable qu'il existait aussi des altérations du cœur ou des reins.

M. le Dr QUINQUAUD
Médecin des hôpitaux de Paris.

LA MALADIE ET SA LÉSION HÉMATIQUE.

— *Séance du 30 août 1879.* —

La maladie modifie la composition chimique du sang, nous le savons surtout depuis les travaux de Dumas, d'Andral et Gavarret, de Becquerel et Rodier, de Denis, de Schmidt, d'Hoppe Seyler, de Schottin, de Zimmermann, etc., etc.

Les premiers observateurs ont montré que le sang des phlegmasies était lésé d'une manière spéciale; de même dans l'urémie il existait des altérations particulières; mais ici on a été moins heureux. — Quoi qu'il en soit, il y avait dans toutes ces recherches qui ont été nombreuses, une idée vraie, qui n'a pu être acceptée comme scientifiquement démontrée, puisque l'altération n'avait été guère élucidée que pour les phlegmasies. (Nous nous plaçons au point de vue exclusivement chimique.) L'idée neuve que nous voulons introduire dans la science, avec des chiffres à l'appui, c'est que la maladie, entité morbide distincte, doit entraîner une lésion du sang correspondante.

Depuis 1872, nous nous sommes livré à l'étude des lésions du sang dans les maladies. De nos analyses chimiques nombreuses, qui s'élèvent aujourd'hui au chiffre de 1,220, nous pouvons conclure : que chaque état pathologique, bien classé comme espèce morbide distincte, entraîne à sa suite une lésion du sang toute spéciale, qui porte tantôt sur un élément, tantôt sur un autre; en un mot, *le sang est un miroir où se réfléchissent les moindres troubles de l'organisme* : cela devait être théoriquement, puisque d'après notre illustre maître Cl. Bernard, le sang est un *milieu intérieur* où vivent les organismes élémentaires. Eh bien, cela est démontré chimiquement.

Nous pourrions rapporter ici des preuves nombreuses en parcourant tout le vaste champ de la pathologie; nous nous contenterons d'en donner un certain nombre, prises au hasard dans les analyses que nous avons faites pendant ces trois dernières années.

A. — Diagnostic différentiel entre la dilatation simple de l'estomac et le carcinome.

Dans le carcinome stomacal à la période d'état, l'hémoglobine des-

cend à 52 gr 08, souvent même le chiffre est inférieur à celui-ci. On le voit atteindre 41 gr 66 et même 36 gr 45.

Dans la dilatation simple de l'estomac au contraire l'hémoglobine reste au-dessus de 90 grammes, alors même que l'affection existe depuis plusieurs années.

Dans les cas de carcinome, le pouvoir oxydant arrive à 100 centimètres cubes, parfois même à 80 et à 70 centimètres cubes.

Dans la dilatation simple, ce même pouvoir est à 174 centimètres cubes, souvent même il reste au-dessus, atteignant 180 ou 190 centimètres cubes.

Dans le carcinome et dans la dilatation, les matériaux solides sont à peu près au même taux, c'est-à-dire aux environs de 80 grammes pour 1,000 grammes de sérum.

Le diagnostic repose donc sur l'examen de l'hémoglobine et du pouvoir oxydant, les variations des matériaux solides n'ayant pas de valeur dans l'espèce.

B. — Cancérisation.

Il existe, au point de vue des lésions hématiques, des phases distinctes : une première d'anémie mal caractérisée, l'autre de cachexie.

Dans la première période, l'hémoglobine ne descend guère au-dessous de 80 à 90 grammes.

Le pouvoir absorbant varie entre 176 centimètres cubes et 156 centimètres cubes. Les chiffres peuvent persister parfois fort longtemps.

Les matériaux solides varient peu, à peine s'ils s'abaissent de quelques grammes : on trouve 88, 87 grammes au lieu de 90, chiffre normal.

Si l'on met en parallèle la tuberculose et la carcinose, on trouve que même à cette période les lésions du sang sont loin d'être les mêmes.

1° Dans la tuberculose, peu de diminution de l'hémoglobine, qui reste au-dessus de 95 grammes.

Dans la carcinose, l'hémoglobine descend au-dessous de 90 grammes, en moyenne 84 grammes.

Dans la tuberculose, les matériaux solides descendent vite à 78, 76 grammes.

Dans la carcinose ils restent aux environs de 88 grammes.

2° Phase de la carcinose :

Ici les altérations sont très tranchées. De toutes les maladies ce sont la carcinose et la chlorose qui font le plus baisser le chiffre de l'hémoglobine. Il s'agit donc de maladies destructives de l'hémoglobine.

Dans la carcinose, le chiffre de cette substance colorante peut des-

cendre à 28 grammes et même à 25 grammes, par exemple, dans la dernière période du cancer de l'estomac, alors même que les malades perdent peu de sang dans les garde-robes ou dans les vomissements.

Dans les carcinomes, le chiffre de 57 gr,29 est déjà élevé. Voici des chiftres d'hémoglobine que je relève dans différents cancers à différents moments de la cachexie.

62 gr	50	57 gr	29	54 gr	05	52 gr	88
47	3	46	87	31	66	30	5
33	5	32	2	30	3	28	2

Les mêmes chiffres peuvent servir à montrer l'action destructive de l'hémoglobine sous l'influence du néoplasme malin, bien qu'il n'y ait pas d'hémorrhagie. A mesure donc que la cachexie marche sur la fin, à mesure l'hémoglobine baisse dans des proportions énormes inconnues dans les autres cachexies.

Ainsi, dans l'espace de quinze jours, un de nos malades a perdu 12 grammes d'hémoglobine pour 1,000 grammes, presque un gramme par jour. Cette destruction plus ou moins rapide est un caractère de haute valeur dans certains diagnostics difficiles; par exemple dans les cancers latents viscéraux, dans le cancer pleuro-pulmonaire, du foie, de l'estomac, dans certains cancers particuliers, de l'intestin, des reins, de la rate, du péritoine.

Le pouvoir absorbant oscille dans de certaines limites : A cette période débutant vers 120 centimètres, il descend à 110 centimètres à 100cc,86, 70cc,59 et même 60cc,68. A ce moment, les malades sont d'une pâleur jaunâtre spéciale.

Matériaux solides.

Quand il n'y a pas de complications, peu d'hémorrhagies, le chiffre des matériaux solides à cette dernière phase s'éloigne peu du taux normal. Aussi à la phase ultime la règle est de rencontrer 80 grammes de matières solides, quelquefois un peu plus, rarement moins.

S'il existe des hémorrhagies, le chiffre baisse considérablement, quoique le chiffre 72 grammes soit un minimum qui n'est pas souvent atteint à moins qu'il ne se produise de grandes pertes de sang : un chiffre moyen assez fréquent est 76 grammes dans bon nombre d'épithéliomas utérins.

Lorsque dans le cancer de l'utérus il se produit des hydronéphroses, des néphrites, ce qui est commun, on voit les matériaux solides, qui par exemple étaient à 78 grammes remonter à 86 grammes, et même davantage : dans ces cas, il faut se défier d'accidents cérébraux, d'origine

rénale : il y a rétention des matériaux excrémentiels, et bientôt on voit suivre une tendance invincible au sommeil. Cela dure plus ou moins longtemps.

A ces symptômes s'ajoutent un état particulier du regard, un certain état d'hébétude; le malade répond aux questions posées ; mais il dort continuellement, puis un jour quelques secousses surviennent qui terminent la scène morbide. Très souvent il existe de la polyurie, excellent signe qui, avec un peu d'albuminurie indique le plus souvent une néphrite avec hydronéphrose en voie d'évolution.

C. — Cas mixtes (néphrite interstitielle et néphrite parenchymateuse).

Chez ces malades, la destruction de la matière absorbant l'oxygène est plus considérable que dans l'une ou l'autre affection. Cette substance descend à 67gr,70, même à une période peu avancée de la maladie.

Le pouvoir oxydant descend à 130 centimètres cubes, parfois même au-dessous, et même à 100 centimètres cubes lorsque la maladie a duré longtemps, alors les malades deviennent pâles comme dans la parenchymateuse.

Les matériaux solides diminuent beaucoup et atteignent le chiffre de 62gr,60 et même 58 grammes.

D. — Néphrite interstitielle.

L'hémoglobine se détruit; à la période d'état on trouve souvent 75 grammes; elle descend parfois à 67gr,70, les variations se font entre 70gr,2 et 75 grammes.

La destruction est moins considérable que dans le cancer, marche beaucoup plus lentement, met des mois à évoluer, est un peu moins forte que dans la tuberculose, bien que néphrite interstitielle et tuberculose marchent de pair pendant la première et la deuxième période; mais la tuberculose est essentiellement destructive de l'hémoglobine pendant la troisième période, tandis que dans l'interstitielle, même avec cachexie, le taux reste encore au-dessus du chiffre qui existe dans la cachexie tuberculeuse.

Le pouvoir absorbant oscille entre 145 et 130 centimètres cubes, atteignant 135, descendant parfois à 125 centimètres cubes.

Les matériaux solides du sérum se chiffrent par 80 grammes pour 1,000 grammes; vers la fin de la période d'état ces matières descendent parfois jusqu'à 74 grammes, de telle sorte que le diagnostic offre parfois des doutes : on rencontre en effet des malades qui présentent une bronchite secondaire d'origine rénale, et l'on se demande s'il s'agit de

tuberculose avec tuberculisation des organes génitaux, lésion qui expliquerait la petite quantité d'albumine.

En outre des signes cliniques ordinaires, que je ne rappelle pas ici, on peut se fier au chiffre de l'hémoglobine ; si le malade est dans la cachexie, si le sang contient 52 grammes d'hémoglobine, il faut conclure qu'il s'agit de tuberculose.

Si au contraire, on est encore dans le premier et le deuxième degré, c'est le contraire qui arrive, la tuberculose détruit peu, et l'interstitielle détruit beaucoup. Si donc le chiffre de l'hémoglobine est au-dessus de 80 grammes, c'est de la phthisie. S'il est vers 70 grammes, c'est de la néphrite interstitielle.

Si on compare les matériaux solides de l'interstitielle et de la tuberculose, on trouve à la phase cachectique que la tuberculose use plus les matériaux du sérum que l'interstitielle ; de telle sorte que dans certain cas douteux si ces matières sont à 70 grammes, c'est de la phymie, si au contraire le chiffre se maintient au-dessus de 74 grammes, c'est de la sclérose rénale.

C'est tout l'opposé pour le cancer comparé à la néphrite interstitielle. La diathèse cancéreuse est destructive de l'hémoglobine, comparable en cela à la chlorose, mais respectant la composition du sérum comme cette dernière, bien que toutefois le chiffre des matériaux solides s'abaisse un peu dans le cancer et descende vers 78 grammes.

On peut encore établir un parallèle entre les lésions hématiques du petit rein et celle du gros rein blanc. Dans le premier cas, les matières solides n'arrivent pas au-dessous de 74 grammes, tandis que dans le deuxième cas ces mêmes matières se chiffrent par 60 et même 56 grammes.

En raison de l'aspect cachectique des malades, on peut parfois en clinique hésiter entre un cancer latent viscéral et une néphrite ; dans ce cas la lésion du sang peut éclairer le diagnostic. Dans le carcinome l'hémoglobine descend à 57 grammes, tandis que dans la néphrite elle est à 67 grammes ou au-dessus.

De plus l'albumine, les sels, les matières extractives restent au-dessus de 78 grammes dans le cas de cancer, tandis que dans la néphrite interstitielle ces matières descendent à 74 grammes.

E. — Néphrite parenchymateuse (gros rein blanc).

Période d'état. L'hémoglobine descend jusqu'à $88^{gr},54$ oscillant le plus souvent entre 98 et $93^{gr}7,0$. Cependant on voit là une pâleur qui ressemble beaucoup à celle de la chlorose, avec toutefois une bouffissure un peu spéciale des tissus. Il résulte donc qu'avec des apparences à peu près semblables on a des lésions hématiques toutes différentes.

Dans la chlorose le chiffre de l'hémoglobine descend à 52 ou 46 grammes, quelquefois au-dessous.

Ce chiffre n'est jamais atteint dans la néphrite parenchymateuse.

Dans la chlorose le chiffre des matériaux solides reste normal.

Dans le gros rein blanc ces matériaux descendent au chiffre incroyable de 60 à 55 grammes pour 1,000. Il y a là un parallèle des plus instructifs.

Le pouvoir absorbant dans la parenchymateuse varie entre 170 et 190 centimètres cubes.

Cette lésion hématique est bien caractérisée dans la néphrite subaiguë; dans les formes chroniques il se produit des améliorations, alors les chiffres varient un peu : dans ces périodes, il n'est pas rare de voir l'hémoglobine remonter à 104gr,16, le pouvoir oxydant à 200 centimètres cubes, tandis que les matières solides sont à 73gr,50, et cela à une époque où l'œdème existe encore.

F. — Action de la thoracentèse sur les éléments du sang.

La thoracentèse fait subir au moins momentanément au sang des altérations manifestes.

1° Elle est destructive de l'hémoglobine. Voici des chiffres :

Avant la thoracentèse : hémoglobine	98gr,95
Troisième jour après la thoracentèse : hémoglobine . . .	72 91

Autre cas :

Avant la thoracentèse : hémoglobine.	67gr,70
Le lendemain Idem	60

2° Elle diminue le pouvoir oxydant du sang. En voici la preuve :

Avant la thoracentèse : pouvoir oxydant	130cc
Le lendemain Idem	116

Autre cas :

Avant la ponction : pouvoir oxydant.	190
Trois jours après Idem	140

3° Elle altère la constitution chimique du sérum du sang :

Avant la thoracentèse : substances solides.	114gr
Trois jours après Idem	68 78

Autre cas :

Quinze jours avant la ponction : substances solides	98gr
Le lendemain Idem . . .	82 40

G. — Scorbut.

L'hémoglobine subit des altérations dans la première phase, elle atteint le chiffre de 93 à 98 grammes; dans la période d'état elle descend à

57gr,07 oscillant autour de 60 grammes, et dans la dernière période ou dans les cas graves de scorbut elle atteint les chiffres de 46gr,87 à 41gr,66.

Le pouvoir absorbant est environ de 170cc,9 à 180cc,8 dans la première phase; tandis que dans la période d'état il n'est plus que de 110cc,2 à 110cc,5, enfin, dans les cas intenses, il descend à 90 centimètres cubes et même à 80 centimètres cubes, parfois même l'absorption maxima est encore moindre. C'est ce qui arrive chez les malades où les infiltrations sanguines sont considérables.

Dans les cas sporadiques que nous voyons de temps à autre dans les hôpitaux de Paris, cas survenant à la suite d'une alimentation insuffisante et par la qualité et par la quantité, et d'une mauvaise hygiène dans ces cas, dis-je, le chiffre de l'hémoglobine à la période d'état, descend à 56 grammes, et le pouvoir absorbant est de 10cc,8.

L'albumine, les sels, les matières extractives diminuent dans le sérum; elles atteignent dans les cas sporadiques de nos hôpitaux le chiffre de 78,gr78 pour 1,000 grammes de sérum.

Dans les cas plus graves, à la première période, la proportion est de 84 grammes en moyenne, dans la période d'état elle descend à un chiffre inférieur à 78 grammes; et dans la dernière phase, il n'est pas rare dela voir atteindre 68 et même 65 grammes.

H. — Purpura simplex.

L'hémoglobine est moins détruite que dans le scorbut, elle ne descend jamais au-dessus de 64gr,50 dans la période d'état de la maladie; — tandis que dans le scorbut le chiffre de 57 grammes est souvent atteint. La quantité d'hémoglobine est plus élevée que dans l'anémie palustre, dans la chlorose que dans les lésions cardiaques avec anémie, que dans les cancers, moins élevée que dans la grossesse.

Le pouvoir absorbant reste à 125 centimètres cubes, oscillant autour de ce chiffre, et même dans les cas légers il est à 162 centimètres cubes pour 1,000 centimètres cubes.

Les matériaux solides restent aux environs de 85 grammes comme minimum, ils ont donc diminué, mais dans de faibles proportions.

I. — Purpura exanthématique.

L'altération du sang est la même que dans le purpura simplex.

J. — Purpura hemorrhagica.

L'hémoglobine peut descendre à 46gr,87 et même plus bas encore. On le comprend facilement puisqu'il existe des hémorrhagies par les

muqueuses ; nous avons trouvé deux fois 26 gr,3 d'hémoglobine pour 1,000 grammes de sang.

Le pouvoir absorbant peut atteindre 90 centimètres cubes et même 50 centimètres cubes.

L'albumine, le sérum, les sels, les matières extractives diminuent parfois dans de grandes proportions, de manière à atteindre le chiffre de 56 grammes, plus rarement 65 à 70 grammes.

La lésion hématique de cette variété de purpura se distingue donc de celle du scorbut :

1° Par l'abaissement plus considérable du chiffre de l'hémoglobine et du pouvoir absorbant. On a 46 grammes dans le premier cas, tandis que le chiffre est de 57 grammes dans le second cas.

2° Par la diminution plus notable des matériaux solides du sérum, on a en effet 70 grammes en moyenne dans le scorbut, tandis que dans le purpura hemorrhagica le chiffre est de 56 grammes.

De plus, dans les diverses variétés de purpura, les sels inorganiques sont proportionnellement à peu près normaux, tandis qu'ils ont beaucoup diminué dans le scorbut.

K. — Chlorose.

La lésion hématique de la chlorose est caractérisée surtout par deux caractères, l'un positif, l'autre négatif.

Dans la chlorose vraie, il y a :

1° Destruction de la matière albuminoïde soufrée et ferrugineuse, destruction de l'hémoglobine cristallisable, qui descend à 30 grammes pour 1,000 grammes de sang pour osciller à la période d'état entre 70 et 30 grammes.

Les femmes chlorotiques n'acquièrent jamais un taux très élevé d'hémoglobine, et alors qu'elles n'éprouvent plus aucun trouble fonctionnel, le chiffre de l'hématocristalline ne dépasse pas 90 grammes pour 1,000 grammes, il semble que la source même de la matière essentielle des globules ait été lésée profondément, de telle sorte que, dans la suite il leur soit impossible d'acquérir son maximum primitif d'activité. Ces femmes restent donc chlorotiques pendant toute la vie, subissant facilement, sous l'influence de causes débilitantes variées, l'action anémiante d'une foule de maladies : ce sont elles surtout qui constituent une grande partie des anémies dites pernicieuses.

2° Le sang chlorotique offre un maximum d'absorption qui varie depuis 69cc,9 pour 1,000 grammes de sang jusqu'à 150 centimètres cubes, moyenne 104cc,9, en prenant les deux extrêmes ; en réalité, quand on

opère sur dix chlorotiques, on trouve une moyenne de 80 centimètres cubes (le maximum d'absorption physiologique est de 240 pour 1,000).

3° Le sérum du sang renferme la même quantité de matériaux solides qu'à l'état physiologique ; ainsi j'ai trouvé les chiffres suivants après dessication à 100° dans l'étuve ; 90 grammes pour 1,000 grammes de sérum, 88, 92, 94 grammes de matières solides (à l'état normal on note 92 à 94 grammes de matières solides pour 1,000 grammes de sérum. Il est très intéressant de voir que la lésion ne porte pas sur le sérum, mais bien sur l'hémoglobine même, qui est détruite, ce qui explique la pâleur des tissus).

L. — Anémie des prisons.

Sous l'influence de causes multiples, on voit survenir chez les prisonniers un aspect tout spécial, et lorsqu'on vient à analyser la composition chimique de leur sang, on constate les caractères suivants :

L'hémoglobine pour 1,000 grammes de sang est descendu à 76gr,5 au lieu de 125 grammes (chiffre physiologique moyen), la destruction est donc fort nette. Cette diminution survient parfois assez vite; dans certains cas, après quinze jours, un mois chez les uns, tandis que d'autres n'arrivent à ce chiffre de 76 grammes qu'après deux ou trois mois, il existe une *résistance individuelle* ici comme dans d'autres circonstances si communes en pathologie.

Le pouvoir respiratoire arrive à 147 centimètres cubes d'oxygène pour 1,000 grammes de sang au lieu de 240 (chiffre physiologique moyen). Donc ici encore, diminution très considérable.

Les matières solides dites plastiques du sang n'atteignent plus le chiffre normal de 90 grammes par 1,000 grammes de sérum ; en effet, on ne trouve plus que 77, 76, 75 grammes de matériaux solides.

M. le Dr MARQUEZ

Médecin en chef de l'hôpital d'Hyères (Var).

NOTE SUR LE SABLE INTESTINAL

— *Séance du 29 août 1879.* —

Il y a cinq ou six ans, M. Laboulbène a signalé à l'attention des praticiens une matière sableuse qu'on peut trouver dans les garde-robes de certains malades ; il a proposé de l'appeler *sable intestinal.*

« Cette matière sableuse ressemble beaucoup à du sable ou à des graviers très fins; elle se présente sous la forme de granulations jaunâtres ou brunâtres, hérissées de petites cristallisations irrégulières et plus ou moins transparentes sous le microscope; elle reconnaît pour origine des particules tantôt siliceuses, tantôt végétales, venues du dehors et sur lesquelles s'est déposée comme sur un noyau, — ainsi qu'il arrive pour la formation des calculs vésicaux, — une croûte de matières organiques ou de substance calcaire, du phosphate ammoniaco-magnésien de préférence; elle serait le résultat d'une alimentation trop exclusivement végétale et de l'ingestion inaperçue, ou peut-être volontaire, de particules siliceuses.

» Pour combattre utilement les accidents gastralgiques et entéralgiques auxquels donnent lieu la production de ce sable et sa présence dans le calibre intestinal, il suffit de purger modérément, de réduire l'usage des végétaux et de faire prédominer dans le régime l'alimentation azotée » (1).

Plus récemment, dans ses *Éléments d'Anatomie pathologique*, le savant médecin de la Charité a laissé entrevoir que le cadre qu'il venait de tracer pourrait bien s'élargir un jour. Toutefois il ne s'est pas arrêté grandement sur ce point; après avoir rappelé les données de son mémoire de 1873, il s'est borné à indiquer brièvement que, depuis la publication de ses premières recherches, il avait eu connaissance de *productions sableuses* venant de l'intestin et composées de phosphate de chaux, dans un cas qui lui avait été communiqué par M. Hérard; d'urate de chaux, sur un goutteux observé par M. Legouest (2).

Cette question du sable intestinal est encore assez nouvelle, croyons-nous, pour qu'il puisse n'être pas inutile de faire connaître aujourd'hui un cas de lithiase intestinale que nous avons eu l'occasion de rencontrer dans notre pratique. Nous y avons trouvé une preuve de plus des difficultés d'interprétation que soulève la solution de tant de problèmes de physiologie pathologique.

OBSERVATION

Femme de 48 ans, à la ménopause. De complexion délicate, elle a souffert dès sa jeunesse, mais plus particulièrement depuis une quinzaine d'années, d'états morbides qui ont emprunté leur caractéristique à l'herpétisme et à l'arthritisme et qui ont touché à tous les grands appareils de la vie, à toutes les fonctions, sans cependant laisser nulle part l'empreinte d'un travail de désorganisation. De ces assauts divers et fréquemment subis, il est résulté, de bonne heure, un appauvrissement de plus en plus accentué de l'économie, la

(1) Académie de médecine, séance du 19 novembre 1873. — *Bulletin*.
(2) A. Laboulbène. — *Nouveaux éléments d'Anatomie pathologique*, 1879.

nécessité de vivre de ménagements et l'obligation de suivre le régime qui convient à l'anémie.

Il y a trois ans, aux approches de la ménopause, le ventre s'est plus sérieusement entrepris. A une diarrhée dysentérique qui doit avoir duré deux ou trois mois, a succédé un catarrhe chronique du gros intestin avec fluxions périodiques irrégulières et parfois hémorrhagiques, selles capricieuses presque toujours précédées ou accompagnées, et surtout suivies de tranchées plus ou moins douloureuses.

Nous ne pensons pas qu'il soit utile d'entrer ici dans le détail d'actions morbides dont la continuité, — à certains moments l'exaltation sous la forme de crises aiguës, — exagère les pertes de l'organisme et use les ressorts de la vie. Mais nous devons noter que cette situation a augmenté l'anémie et rendu l'estomac plus dyspeptique encore que par le passé.

Aussi le régime, depuis trois ans, est-il plus surveillé que jamais. — Il y a intolérance pour les végétaux, fruits ou légumes ; ils sont proscrits. Exception a été faite en faveur des dattes qui passent assez convenablement, et du raisin dont on peut, aux meilleurs jours, prendre quelques grains, en ayant soin de rejeter peaux et pépins... Notre malade ne vit à grand'peine que d'un peu de laitage, de bouillon et de potages gras, un peu de poisson ou de blanc de volaille, rarement d'autre viande ; à peine un peu de pain ou quelque féculent ; assez régulièrement l'albumine de deux ou trois œufs crus.

Fréquemment, le matin, une légère dose d'eau de Hunyadi pour provoquer quelque selle en retard et déblayer la voie encombrée tantôt par des paquets de mucosités plus ou moins épaisses et quelquefois sanguinolentes, tantôt par des matières diarrhéiques ou par de petites scybales de teinte ardoisée et souvent enrobées de mucosités de même nature que celles dont il vient d'être parlé.

Dans ses selles, un jour, il y a quelques mois, Mme ... a découvert quelque chose de grumeleux qui lui a paru être du sable... On a pris des précautions pour ne point se laisser induire en erreur sur la provenance de ce sable, et l'on a acquis la certitude qu'il venait bien de l'intestin. Ces départs ne sont pas quotidiens ; rien ne les annonce ; ils ne correspondent pas nécessairement à une période de crise ; ils ont lieu à l'occasion d'une selle quelconque, diarrhéique, moulée ou glaireuse, par lavement ou par laxatif ; ils deviennent de plus en plus fréquents, sans qu'il ait été touché au régime habituel.

On a recueilli de ce sable. — Lavé avec soin et bien séché, il se présente sous l'aspect de corpuscules, la plupart granuleux et de couleur brunâtre, quelques-uns blanchâtres. Au microscope, ces derniers n'ont rien de régulier et semblent être des débris de matière organique. Les autres, les granules bruns, apparaissent sous la forme de grains oblongs, arrondis, mamelonnés et parfois hérissés de petits cristaux.

L'analyse chimique a été faite avec beaucoup de soin par M. le pharmacien Castueil-Pattesson. Elle a établi : 1° qu'il ne s'agissait ni de gravelle biliaire, ni de gravelle urique, non plus que de résidus hématiques ou fibrineux ; 2° que dans la composition de nos grains sableux entrent des matières azotées et une notable proportion de matière minérale.

Suivant le mode d'opérer de M. Méhu (2e observation Laboulbène), « 34 centigrammes de granules bien desséchés, après avoir été épuisés par l'éther et par l'alcool bouillant, sont placés dans une capsule de platine pour être incinérés. Ils brûlent, donnant une flamme blanche, se boursouflant et répandant une odeur de corne brulée. Il reste un flocon charbonneux, de nuance grisâtre. On ajoute deux gouttes d'eau distillée et une goutte d'acide azotique : très légère effervescence, indice de la présence de carbonates. Le travail d'incinération est repris ; il fait obtenir pour résidu une cendre blanche, dont le poids est de 94 milligrammes.

« La substance essayée contient donc 27.6, chiffre rond 28 0/0 de matières minérales et 72 0/0 de matières organiques azotées.

» Le produit de l'incinération ci-dessus est dissous dans de l'acide azotique étendu d'eau distillée. Partie de cette dissolution traitée par une solution nitrique de molybdate d'ammoniaque donne un précipité jaune et abondant de phospho-molybdate d'ammoniaque décelant la présence de l'acide phosphorique. Autre portion de la même dissolution donne, par l'oxalate d'ammoniaque, un précipité également abondant de chaux grenue et amorphe.

» De cette seconde opération et de la très légère effervescence dont il a été parlé plus haut, il se déduit que les 28 parties de matière minérale sont composées de phosphate de chaux avec traces de carbonate de chaux.

» Pour résidu de traitement, une quantité minuscule d'une substance blanche, cristalline, grinçant sur le verre, résistant à l'action isolée ou combinée du feu et des acides nitrique et sulfurique concentrés, et qui peut être de la silice. Nous nous en tenons à cette énonciation dubitative parce qu'il ne nous a pas été possible, avec ce résidu insignifiant, de pousser notre opération assez loin pour arriver à être tout à fait affirmatif.

Nous avons donc affaire à une substance sableuse où l'on rencontre comme éléments constitutifs une matière calcaire abondante (près de 28 0/0 de phosphate de chaux avec traces de carbonate de chaux) et une matière organique de nature animale ; en outre, peut-être de la silice, mais celle-ci en proportions si minimes qu'il n'y aurait pas lieu d'en tenir un compte sérieux, son existence fût-elle hors de doute.

Ce sable provient d'une malade anémiée, psychralgique, atteinte d'une hypersécrétion de mucus intestinal et dont le régime alimentaire est très franchement azoté ; il provient d'un organisme où l'assimilation s'alanguit et où la dénutrition s'affirme.

Le fait dont nous venons de dire les traits essentiels s'ajoute à ceux que M. Laboulbène a relevés et à ceux qu'il a cités d'après M. Hérard et d'après M. Legouest, pour établir qu'il peut se rencontrer du sable bien authentique dans les matières alvines de certains malades.

Cela posé, la question se dédouble, nous avons deux sables.

Les observations de M. Laboulbène présentent un sable intestinal dans la formation duquel l'élément minéral est faible, variant entre 2 et 4 0/0 ; elles mettent en relief le rôle d'une alimentation trop exclu-

sivement végétale dans la production de ce sable, étant donnée l'intervention de certains éléments venus du dehors.

Notre observation introduit qu'une alimentation presque exclusivement animalisée n'a pas été un obstacle à la production de sable dans les voies intestinales d'un sujet dont l'état de santé et le régime semblent devoir peu favoriser la formation de semblables produits. Ici c'est du sable phosphaté calcaire assez fortement minéralisé (28 0/0), moins cependant que dans le fait de M. Hérard (40 0/0). — De même que les observations de M. Legouest et de M. Hérard, notre observation ne fait pas appel à l'extériorité. Elle part d'un fait pathologique au lieu d'en créer un. Elle nous livre un produit pathologique dont la nature rappelle volontiers l'idée d'une constitution assez riche et qui, ici, en vertu d'actions et de réactions dont le secret nous échappe, s'est formé dans un organisme appauvri et semble s'y former avec plus d'abondance à mesure que la nutrition devient plus imparfaite.

Il y a là un problème d'étiologie qui ressortit à la physiologie pathologique. Serait-il que dans cet organisme si détérioré le peu qu'on lui donne à digérer jouât le rôle d'une alimentation trop généreuse ? Quoi qu'il en soit, il nous a semblé qu'il pouvait y avoir intérêt à recueillir les éléments de cette observation et à les soumettre à votre appréciation.

M. CHAMPIGNY

Pharmacien.

ANALYSE DE LIQUIDES DE KYSTES ET DE PRÉTENDUS CALCULS DE CHOLESTÉRINE (1)

— Séance du 29 août 1879 —

(1) Voir *Répertoire de Pharmacie et Journal de Chimie médicale*, 1879, nos VI et VIII.

M. SEGUIN

De New-York.

SUR LE SYSTÈME MÉTRIQUE EN MÉDECINE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1879. —

M. Seguin rappelle les efforts qui ont été faits déjà dans le but d'arriver à l'adoption du système métrique dans les formules médicales des divers pays de l'Europe. Il annonce que la *British medical Association* réunie à Cork vient de se prononcer dans ce sens, et dépose le rapport qui a été rédigé sur cette question par la commission nommée il y a deux ans au Congrès de Genève. Ce rapport sera lu sous peu de jours au Congrès d'Amsterdam et M. Seguin assure ceux des membres de la section qui voudront bien l'éclairer de leurs lumières, que bon accueil leur sera fait.

M. H. de VARIGNY

NOTE SUR LES ATROPHIES CÉRÉBRALES CHEZ LES AMPUTÉS.

— Séance du 29 août 1879. —

Depuis que la physiologie cérébrale est entrée dans la voie des localisations corticales, voie ouverte par Fritsch et Hitzig il y a bientôt dix ans, et suivie dès lors par nombre de physiologistes et de médecins tels que MM. Ferrier et Charcot, deux méthodes se sont offertes aux investigateurs. L'une, c'est la méthode expérimentale consistant essentiellement à déterminer des convulsions et des paralysies limitées en excitant ou en détruisant des portions également limitées de substance corticale ; l'autre, c'est la méthode clinique, consistant non plus en expériences sur les animaux, mais en observations portant sur l'homme même, et se résumant en ceci : rapprocher des paralysies et convulsions, limitées ou diffuses, les lésions observées à l'autopsie, et en déduire les relations unissant les symptômes aux lésions. Mais là ne se termine pas la méthode clinique ; elle emploie encore un autre procédé qui a été plus spécialement appliqué par MM. Bourdon, Chuquet et Luys : c'est l'étude des atrophies cérébrales limitées, consécutives aux

amputations ou aux arrêts de développement. Du moment qu'une porti n limitée de l'écorce cérébrale est spécialement et exclusivement occupée des mouvements volontaires d'un membre, ou d'un segment de membre, auquel elle commande, n'est-il pas à supposer que l'absence de ce membre devra provoquer, vu l'absence d'incitations à lui envoyer, une atrophie de ce centre ? Tel est le raisonnement employé. Plusieurs questions se posent aussitôt. Quelle sorte d'atrophie doit-il y avoir : y a-t-il atrophie pure et simple de tous les éléments constituant le centre cortical du membre atteint, ou y a-t-il sclérose de ces mêmes éléments continue à celle des faisceaux médullaires qui s'observe parfois; y a-t-il nécessairement atrophie, quelle qu'en soit la cause, dans tous les cas d'amputation ou d'arrêt de développement, et y a-t-il des raisons théoriques pour qu'elle existe ? Enfin à quoi reconnaîtra-t-on une altération consécutive à une amputation.

Les centres corticaux paraissent être les régions d'où émanent les ordres volontaires, les impulsions primitives. Celles-ci sont transmises à la moelle, et bien que nos connaissances relatives aux fonctions de ce dernier organe n'aient pas encore atteint un degré parfait, il est permis de penser que c'est à la moelle qu'incombe la tâche de la coordination des mouvements destinés à produire l'effet commandé par le cerveau. Le cerveau commande, la moelle obéit, a-t-on dit. Ce rôle, cette intervention de la moelle ne simplifie pas le problème, mais elle permet de comprendre certains faits que l'on a souvent voulu expliquer par l'hypothèse de la substitution fonctionnelle si hostile à celle des localisations cérébrales. Ceci dit en passant, abordons les termes du problème.

Et d'abord, y a-t-il nécessairement atrophie cérébrale à la suite des amputations anciennes ou récentes ? Les faits répondent que non, Il y a des cas absolument négatifs, où aucune modification de l'aspect extérieur du cerveau n'a pu être observée, malgré une amputation importante. Cependant il en est d'autres où l'atrophie a été observée. Les uns nous la montrent dans des régions autres que celles où nous eussions pu nous attendre à la rencontrer, étant admis que les localisations telles que les indique Ferrier sont exactes ; les autres enfin concordent avec les résultats obtenus par cet auteur, et l'atrophie y occupe le point des hémisphères où nous croyons devoir localiser le centre correspondant au membre amputé. Il y a donc trois ordres de faits : les négatifs ; ceux où il y a atrophie en dehors du point voulu ; ceux enfin où elle occupe la région présumée. C'est dire que l'atrophie n'est pas chose nécessaire.

Ne prenons maintenant que les cas où elle existe : de quelle nature est-elle ? Est-ce une atrophie pure et simple, par inertie fonctionnelle, portant sur les cellules et les fibres qui en descendent, ou sur l'un de

ces deux éléments ; ou bien est-ce une sclérose ascendante, continue à celle que l'on peut suivre dans quelques cas, rares à la vérité, jusque dans le bulbe ? C'est à l'examen microscopique de répondre, et jusqu'ici, il n'a guère été pratiqué que pour la moelle, où il révèle le plus souvent une atrophie simple et non une sclérose. Dickinson, paraît-il, l'a cependant fait pour le cerveau, et n'a pas trouvé de modification histologique appréciable ; Gowers a rencontré pareil insuccès. Mais les faits sont encore trop peu nombreux pour qu'on puisse se prononcer sur la nature de la lésion, quand il y a atrophie cérébrale : il y a lieu de suspendre son jugement et d'attendre de nouvelles expériences.

En troisième lieu, à quoi reconnaîtra-t-on une atrophie cérébrale ? Pour qui a examiné de près un cerveau normal, la question paraît difficile. Rien de plus asymétrique, en effet, que les hémisphères cérébraux, et cela en l'état absolument sain. Les scissures sont de profondeur inégale ; elles ont des longueurs différentes ; leurs points de départ varient ; la scissure de Rolando elle-même se termine souvent sur la face interne de l'un des hémisphères, sur un plan antérieur ou postérieur de plusieurs millimètres à celui où elle vient aboutir sur l'autre. Les circonvolutions sont proportionnellement modifiées, en épaisseur, en largeur, en hauteur et en longueur. Une atrophie peu considérable peut donc échapper, ou du moins, il n'est pas possible de mettre avec certitude une légère atrophie sur le compte d'une amputation plutôt que sur celui de l'asymétrie normale. Les atrophies considérables se révèlent d'une manière plus évidente ; encore y a-t-il lieu de les distinguer des effondrements qui s'observent parfois chez les vieillards.

L'on peut conclure de ce qui précède que l'atrophie cérébrale chez les amputés n'est pas chose nécessaire ; sa nature est encore inconnue; la reconnaître n'est pas toujours chose facile. Il y a donc lieu d'être extrêmement réservé à son égard, et il n'est pas encore possible de la faire entrer en ligne de compte lorsqu'il s'agit de la théorie des localisations cérébrales à laquelle elle n'apporte ni confirmation, ni opposition.

A ces arguments tout pratiques et tirés des faits, je joindrai celui de Ferrier, qui repousse les atrophies cérébrales en tant que citées à l'appui ou à l'encontre de sa théorie, pour la raison suivante : « Quant à moi, je considère l'atrophie comme etant théoriquement très improbable, à part les cas d'absence congénitale. La simple absence d'un membre qui a été longtemps en pleine activité fonctionnelle ne produirait pas, à mon avis, une atrophie perceptible dans les centres moteurs *corticaux*. Le simple mouvement actuel ou objectif n'est pas la seule fonction de ces centres. Ils sont encore les registres organiques de la mémoire des

mouvements correspondants et la base de l'idéation motrice, et je pense que leur nutrition peut continuer à se faire malgré la cessation de leur activité dans l'innervation du mouvement actuel ou objectif (1). » Ainsi Ferrier n'admet pas la nécessité des artophies par amputation ; sa critique des faits avancés par MM. Charcot, Bourdon, Luys, Chuquet etc., le montre assez. C'est aussi la conclusion que semblent appeler les faits que nous connaissons, relatifs à ce sujet : les atrophies cérébrales chez les amputés sont chose inconstante, non nécessaire, difficile à reconnaître, de nature encore inconnue, et ne paraissent pas jusqu'ici de nature à appuyer ou contredire sérieusement la théorie des localisations cérébrales. Pour nous, le point principal qui appelle toute l'attention est l'état histologique des circonvolutions. Là est le nœud de la question selon toute probabilité. C'est aussi le point qui a été le moins étudié jusqu'ici et qui devra désormais l'être avant tout autre.

M. S. DUPLAY

Agrégé de la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux.

TRAITEMENT CHIRURGICAL DE L'HYPOSPADIAS ET DE L'ÉPISPADIAS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Duplay a apporté plusieurs modifications à son procédé de traitement de l'hypospadias (communiqué en 876 à la Société de Chirurgie) et a appliqué au traitement de l'épispadias la méthode et les procédés opératoires qui lui avaient réussi dans la première de ces deux affections.

Ce sont ces deux points qu'il vient soumettre à la section.

1° *Traitement de l'hypospadias.* — La méthode de traitement de l'hypospadias périnéo-scrotal a pour principe de procéder par temps successifs qui peuvent être répartis de la manière suivante :

a. Redressement de la verge ; *b.* Création d'un nouveau canal uréthral ; *c.* abouchement des deux portions du canal uréthral.

Le premier temps, le redressement de la verge, n'a pas subi de modifications ; l'expérience a montré à l'auteur qu'on pourrait impunément entamer une assez grande épaisseur du corps caverneux, ce qui est nécessaire pour rendre à la verge une longueur et une rectitude suffisante.

C'est dans le mode de confection du nouveau canal que M. Duplay a introduit les modifications les plus importantes : au lieu de tailler sur la sur-

(1) *Localisation dans les maladies cérébrales.* p. 70 (Edit. anglaise).

face inférieure de la verge deux lambeaux assez larges pour recouvrir complètement la sonde, il se borne maintenant à tracer de chaque côté de la ligne médiane et à 22 millimètres en dehors de cette ligne une incision longitudinale, dont il dissèque à peine la lèvre interne de manière à l'incliner en dedans sur la sonde, mais sans chercher à recouvrir complètement celle-ci. Il dissèque au contraire largement la lèvre externe de chaque incision, de manière à amener vers la ligne médiane la peau des parties latérales de la verge. La traction exercée sur la peau est ainsi beaucoup moindre et il devient possible de mettre au contact sur la ligne médiane deux surfaces de quelques millimètres au lieu d'un simple bord.

La suture enchevillée a été substituée à la suture à points séparés, dans la réunion des deux lambeaux aussi bien que dans l'abouchement des deux portions du canal qui constitue le troisième temps. La sonde à demeure ouverte dont s'est toujours servi M. Duplay est maintenue en place pendant deux ou trois jours; passé ce temps, le chirurgien permet aux malades d'uriner seuls.

2° *Traitement de l'Épispadias.* — Au lieu de chercher, à l'exemple de Nélaton et De Dolbeau, à constituer un nouveau canal avec des lambeaux pris sur la région hypogastrique, M. Duplay, suivant le précepte de Thiersch (de Leipzig) procède à la réparation de l'épispadias par une série de temps successifs : restauration de la partie balanique du canal, restauration de la portion pénienne, enfin abouchement du nouveau canal avec la portion postérieure. Mais le procédé qu'emploie M. Duplay diffère de celui de Thiersch en ce qu'il ne fait pas comme l'auteur allemand une fistule périnéale préliminaire, il simplifie le procédé autoplastique et se préoccupe avant tout du redressement de la verge. L'opération de l'épispadias comprend, comme celle de l'hypospadias, trois temps successifs qui sont : 1° le redressement de la verge; 2° la création d'un nouveau canal depuis l'extrémité du gland jusqu'au voisinage de l'ouverture épispadienne laquelle doit rester libre tant que le nouveau canal ne sera pas entièrement constitué; 3° enfin l'abouchement des deux portions du canal.

M. le Dr Henri HENROT

Professeur suppléant à l'École de médecine de Reims.

DE LA PONCTION CAPILLAIRE DANS L'ASCITE

Séance du 30 août 1879.

La soustraction rapide d'une grande quantité de liquide à l'économie, qu'il s'agisse d'un épanchement pleural ou d'une ascite, peut présenter des dangers sérieux; la thoracentèse n'est suivie de mort subite

que lorsque l'opérateur vide trop brusquement la cavité pleurale; pour l'ascite quand la distension des parois abdominales est excessive, des accidents analogues peuvent se produire. Nous venons d'observer un cas de ce genre. Les dangers que la ponction ordinaire a occasionnés nous ont fait rechercher un autre procédé plus inoffensif.

Voici d'abord le premier fait aussi résumé que possible :

1re Observation. — Le 20 février dernier, Mme X...., âgée de 39 ans, entre dans notre service à l'Hôtel-Dieu; elle est souffrante depuis quatre ans; depuis le mois d'octobre 1878, elle a dû renoncer à ses occupations; elle est atteinte de cirrhose du foie avec hypertrophie passive du cœur; depuis cinq mois elle vit à la campagne dans de déplorables conditions hygiéniques, sans recevoir de soins médicaux; elle ne quitte pas le lit à cause de l'ascite et de l'œdème des membres inférieurs.

Lors de son entrée, elle est dans une situation très alarmante; il y a un œdème général, les membres inférieurs surtout sont distendus au maximum; la peau est amincie et gercée par l'effet de cette tension excessive; l'abdomen est très volumineux, il mesure 130 centimètres de circonférence au niveau de l'ombilic, 61 centimètres du pubis à l'appendice xyphoïde.

Les membres inférieurs, la vulve, l'abdomen jusqu'à l'ombilic, sont couverts de taches de purpura tellement rapprochées qu'ils présentent une coloration noire; la gêne de la respiration est extrême; la malade suffoque. Nous devons, pour prévenir une asphyxie imminente, pratiquer immédiatement la ponction. Nous prenons un trocart à thoracentèse, muni d'un robinet; de temps à autre pour éviter la soustraction trop rapide du liquide nous interrompons l'évacuation; malgré ces précautions, la malade est prise d'accidents cardio-pulmonaires qui nous font craindre une brusque terminaison; la respiration se suspend, il y a un commencement de syncope; nous devons, pour rétablir la respiration, frictionner les narines avec du vinaigre, et flageller vigoureusement la face et la poitrine avec un linge mouillé; nous retirons 25 litres d'un liquide citrin. Les jours suivants la malade se trouve très soulagée; cinq jours après la ponction, le purpura a complètement disparu.

Les accidents très graves que nous venions de provoquer par la ponction, nous faisaient redouter une nouvelle intervention qui, selon toute apparence, s'imposerait quelques jours après. C'est alors que nous nous souvînmes de la communication du docteur Southey au Congrès du Havre, sur le drainage capillaire, méthode que nous avons plusieurs fois employée avec succès.

Nous avons pensé qu'en faisant des ponctions capillaires, nous soulagerions tout autant le malade que par la ponction ordinaire, sans lui faire courir les risques d'une syncope toujours à redouter quand le cœur et le foie sont gravement atteints.

Nous fîmes depuis le 22 février, six ponctions capillaires (13 mars, 2 avril, 21 avril, 12 mai, 5 juin, 7 juillet) avec un intervalle de 19 jours entre les

trois premières, de 21 jours entre les deux suivantes, et de 34 jours entre la cinquième et la sixième.

La quantité de liquide qui a varié dans les premières ponctions de 28 litres à 23, est tombée dans les dernières de 18 à 16; la durée de l'écoulement a varié de cinq à huit heures.

Le 24 juillet, Mme X.. ., qui avait séjourné au lit pendant plus de neuf mois, est en état de se promener; elle n'a plus d'œdème des membres inférieurs; ceux-ci conservent seulement une coloration brunâtre; elle n'est pas guérie, mais elle trouve sa situation tellement améliorée qu'elle demande son exeat: elle retourne chez elle pour vaquer aux soins de son ménage.

Les urines n'ont jamais été albumineuses, elles ont été souvent hémaphéïques. Nous n'avons pas constaté de signes de syphilis; y a-t-il de l'alcoolisme? ce point n'a pu être nettement élucidé: la malade attribue à des mauvais traitements et surtout à des coups sur l'abdomen, la cause de la maladie; la matité du cœur est augmentée, l'impulsion est faible, il y a un souffle systolique à la base; le foie est manifestement atrophié. La médication interne (iodure de potassium, vin diurétique, perchlorure de fer) n'a pas semblé jouer un rôle important dans l'amélioration de l'état de santé de la malade qui ne s'est produite qu'après l'emploi des ponctions.

2e *Observation.* — Chez un autre malade de notre service âgé de 51 ans, et atteint probablement de carcinome de la face inférieure du foie, avec ascite, œdème éléphantiasique des membres inférieurs, nous avons fait (30 juin, 4 juillet, 15 juillet, 28 juillet, 6 août, 17 août) cinq ponctions capillaires qui ont donné de 13 à 17 litres de liquide en trois ou quatre heures. Depuis ce moment la situation du malade est moins pénible, l'érysipèle, avec épaississement tuberculeux du derme, qui s'était promené pendant plus de deux mois sur les membres inférieurs, les bourses et l'abdomen, ne s'est plus reproduit; le malade souffre moins; il se trouve dans une situation relativement favorable. Le pronostic conserve cependant toute sa gravité.

Le procédé opératoire est très simple; nous prenons un trocart de trousse de 1 millimètre 1/2 de diamètre et de 8 ou 9 centimètres de longueur; nous le plongeons dans une solution phéniquée, nous l'introduisons au lieu d'élection, et adaptons un tube en caoutchouc qui vient plonger dans un bassin placé près du lit. La canule est alors enveloppée d'une épaisse couche de ouate que nous maintenons avec un bandage de corps; nous laissons les choses en place jusqu'à ce que l'écoulement soit arrêté; alors nous retirons ou en notre absence le malade enlève lui-même la canule.

En employant le mot ascite qui est le plus souvent un symptôme et non une maladie, nous disons assez que ces ponctions n'agissent que comme palliatif; cependant le procédé peut exercer une action heureuse sur la marche de la maladie; d'abord elles n'effraient pas le malade, elles ne sont pas plus douloureuses qu'une piqûre de morphine; leur indolence et leur innocuité permettent de les répéter plus souvent

que les ponctions ordinaires ; or, si, dans ces cas, on doit se garder avec soin de soustraire trop de liquide à l'économie par des opérations fréquemment répétées qui affaibliraient le malade, il y a un intérêt considérable et qu'il ne faut pas méconnaître à ne pas laisser prendre aux parois abdominales une tension telle qu'elles perdent toute élasticité et qu'aussitôt la ponction elles agissent par leur propre poids de façon à faire dans la cavité abdominale une espèce de vide qui favorise la reproduction du liquide.

Nous avons constaté que le lendemain de notre première ponction pratiquée avec un trocart ordinaire, alors que les parois distendues au maximum avaient été brusquement relâchées, le liquide s'était reproduit en grande quantité en quelques heures (12 ou 15 litres), tandis que lorsque l'écoulement se fait lentement, les parois recouvrent peu à peu un degré d'élasticité, suffisant pour opposer une barrière active à la reproduction du liquide.

Ces considérations nous permettent de croire que notre procédé a plus de portée qu'un simple changement dans le manuel opératoire, et qu'il doit, dans la plupart des cas, remplacer la ponction ordinaire; c'est certainement le traitement que préférera le malade, si on lui donne la liberté de choisir.

DISCUSSION

A propos de la communication de M. Henrot, M. Leudet rappelle que dans son *Traité de clinique médicale* publié en 1874 il a insisté sur l'immunité et les avantages des ponctions capillaires dans l'ascite; il opère de préférence en ponctionnant la cicatrice ombilicale.

M. Mattei cite le fait d'un paysan qui se pratiqua lui-même spontanément une ponction de la cicatrice ombilicale avec un poinçon : la peau déplissée et développée au dehors était tendue en forme de boudin. Aucun accident ne résulta de cette opération.

M. Leudet fait remarquer qu'il y a une grande différence entre une ponction faite avec un trocart et l'incision d'une lancette ou la déchirure de la peau avec un poinçon : avec la lancette, par exemple, on peut avoir une boutonnière dans laquelle se pince une anse intestinale.

M. Henrot reconnaît volontiers à M. Leudet la priorité du procédé de la ponction capillaire.

M. Potain cite un fait qui confirme l'opinion de MM. Leudet et Henrot sur l'innocuité des ponctions capillaires et sur leurs avantages.

M. Hancelin demande si le trocart de trousse ne risque pas d'être oblitéré, dans certains cas d'épanchement ascitique inflammatoire, par des flocons, des débris fibrineux, etc.

M. Henrot n'a jamais observé cet inconvénient. Il ajoute que pour éviter le déplacement de la canule il la fixe avec un tampon d'ouate et un bandage

de corps. Enfin, les accidents de sphacèle qui ont été observés par M. Gibert (du Havre) dans un cas où il appliqua aux membres inférieurs œdémateux le procédé de drainage de M. Southey (de Londres) peuvent être évités par l'immersion préalable du trocart dans l'acide phénique.

M. MASSART

d'Honfleur.

HÉMORRHAGIES INTERMITTENTES D'ORIGINE PALUDÉENNE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 30 août 1879. —

M. Massart communique ses observations sur la forme périodique que revêtent facilement les symptômes d'un grand nombre de maladies internes ou de manifestations chirurgicales dans la région où il pratique. Il insiste particulièrement sur le fait d'une hémorraghie intermittente survenue à la suite de l'avulsion d'une dent : l'administration du sulfate de quinine suspendit définitivement ces accidents. Il donne le plus souvent le sulfate de quinine à doses fractionnées au lieu de l'administrer, à la manière de Trousseau, à doses massives.

DISCUSSION

M. Castaing (de Montpellier) dit que les observations d'hémorrhagies alternant avec des accès de fièvre intermittente ne sont pas aussi rares que paraît le croire M. Massart. Il rappelle qu'il y a bien longtemps M. Buissière a décrit les hémorrhagies intermittentes.

M. Jaumes (de Montpellier) cite des observations d'irido-choroïdite glaucomateuse dont les accidents ont affecté la forme intermittente.

M. Baréty a observé trois ou quatre cas d'hémoptysie et trois cas de métrorrhagie intermittente. Les hémoptysies ont débuté et cessé brusquement; les malades qui en ont été atteints présentaient tous une lésion pulmonaire évidente, quelquefois minime. Chez ces sujets comme chez les femmes qui ont eu des métrorrhagies intermittentes, il y a eu des accès de fièvre avant et après les accidents hémorrhagiques.

M. J. Bergeron a constaté l'intermittence, en dehors de toute intoxication palustre, dans une hématurie dont fut atteinte une petite fille : l'hématurie n'a plus reparu à la suite de l'administration du sulfate de quinine.

M. DUMAS

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

PRÉSENTATION D'UN BASSIN VICIÉ

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 30 août 1879. —

M. Dumas présente un bassin vicié à la suite d'une amputation de la cuisse, pratiquée dans le jeune âge. Ce bassin appartenait à une femme primipare de 17 ans, morte de péritonite puerpérale : la déformation consiste en une atrophie de la moitié du bassin correspondant au fémur amputé. La forme se rapproche du bassin oblique ovalaire produit par la luxation congénitale d'un seul fémur, mais en sens inverse, c'est-à-dire du côté de l'articulation saine. Ce mode de déformation est caractéristique de la cause qui l'a produit, ce qui comprend les actions musculaires et les pressions subies par les os. En même temps le bassin est agrandi.

DISCUSSION

M. Mattei insiste sur les causes invoquées par M. Dumas pour expliquer la déformation du bassin qu'il présente, et fait jouer un rôle plus considérable aux forces physiques. Celles-ci permettent, non pas de préciser par anticipation le degré de la déformation, mais de déterminer la forme de la viciation du bassin.

M. Poncet émet l'opinion qu'il doit y avoir un arrêt de développement des os iliaques pubis et ichions du côté correspondant à l'amputation : c'est ce qui résulterait de l'immobilisation de l'articulation.

M. Dumas répond que l'articulation jouissait de ses mouvements.

Mais, pour M. Poncet, il n'y aurait pas moins eu une immobilité relative, suffisante au point de vue clinique pour expliquer des développements moindres du côté amputé que de l'autre.

M. le Dr TEISSIER Père

Professeur à la Faculté de médecine de Lyon.

DES HÉMORRHAGIES BRONCHIQUES DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA PHTHISIE PULMONAIRE

— Séance du 30 août 1879. —

La phthisie pulmonaire peut-elle survenir à la suite d'une hémorrhagie bronchique ou broncho-pulmonaire chez un sujet indemne de granu-

lations tuberculeuses? Cette question divise encore les pathologistes et les cliniciens.

Le professeur Peter dans le second volume de *Clinique médicale* qu'il vient de faire paraître, soutient cette opinion qu'il a déjà soutenue et développée dans son cours de pathologie, à savoir que l'hémoptysie est incapable de produire la phthisie tuberculeuse, qu'elle est toujours un effet et non pas une cause.

De mon côté, en 1873, j'ai publié dans le *Lyon médical* un article et des observations tendant à démontrer que l'hémorrhagie bronchique peut jouer le rôle de cause occasionnelle et que la phthisie peut survenir même à la suite d'hémorrhagie d'origine traumatique chez des sujets ayant joui jusqu'alors d'une parfaite santé et n'ayant aucune disposition connue à la toux.

Parmi les faits que j'ai cités, il en est un surtout que je tiens à rappeler ici. C'est celui d'un nommé Paul Bully, âgé de 33 ans, boulanger, auquel les élèves de Lyon ont donné le nom d'*homme à l'arbre*.

Ce jeune homme avait toujours joui d'une bonne santé quand, ayant voulu couper un arbre, celui-ci se brisa avant qu'il eût pu se garer et vint le frapper lourdement sur l'épaule et le côté droit de la poitrine. Le coup avait été si violent que Bully perdit connaissance pendant quelques instants. Il n'y avait eu du reste ni fracture, ni luxation, mais seulement une forte contusion. Immédiatement après l'accident, se produisit une hémoptysie considérable : un litre de sang environ rutilant et spumeux. Depuis ce moment, il n'a pour ainsi dire pas cessé de cracher le sang pendant dix-huit mois et au bout de quelques semaines ces hémoptysies s'accompagnèrent d'oppression, de toux et un peu plus tard d'expectoration muqueuse et d'amaigrissement.

Quand il entra à l'Hôtel-Dieu (3 juin 1873) je l'examinai avec le plus grand soin et je constatai de la matité au sommet droit seulement (côté de la contusion) de la bronchophonie et quelques râles muqueux fixes. Un peu plus tard, dans la même région, du souffle, des râles sous crépitants, puis des râles humides dans le lobe moyen, de l'expectoration muco-purulente et des sueurs nocturnes. — Je diagnostiquai alors une *phthisie pulmonaire* dans le sens le plus large et je portai un fâcheux pronostic. Ce pronostic s'est malheureusement réalisé. Deux mois après son entrée à l'Hôtel-Dieu le malade a désiré sortir et rentrer dans sa famille aux environs de Roanne. Je ne l'ai plus revu ; mais j'ai su par mon confrère le Dr Talichet que ce pauvre jeune homme avait succombé à l'hôpital de Roanne, avec tous les signes de la phthisie pulmonaire au troisième degré.

Eh bien, que s'était-il passé chez ce jeune homme et comment peut-on expliquer l'enchaînement des phénomènes pathologiques qui se sont

présentés chez lui ? Évidemment la contusion avait produit une congestion violente des bronches et du parenchyme pulmonaire avec rupture de quelques ramifications vasculaires. Cette congestion ou irritation fluxionnaire avait produit une espèce de broncho-pneumonie qui, passant à l'état chronique, avait favorisé l'éclosion des granulations tuberculeuses chez un sujet d'une constitution très robuste il est vrai, mais qui avait probablement une certaine disposition diathésique qui serait restée silencieuse sans l'accident dont il a été la victime. Cet accident a bien certainement joué le rôle d'une cause occasionnelle.

J'ai encore cité l'observation d'un cordonnier qui, jouissant d'une très bonne santé, reçut en pleine poitrine un coup de timon d'une voiture qui le surprit et le pressa violemment contre une muraille. A la suite de cette contusion, cet homme eut une abondante hémoptysie qu se continua pendant quinze jours. Il parut ensuite se remettre assez bien mais à dater de ce moment il conserva de l'oppression et une disposition à la toux dont il ne s'était jamais plaint avant l'accident. Au lieu de s'amender, ces phénomènes allèrent en s'aggravant. Une bronchite habituelle, profonde se manifesta. L'expectoration d'abord muqueuse devint purulente et en fin de compte, après cinq ou six ans de souffrance, le malade succomba aux ravages d'une phthisie pulmonaire.

Ce fait donne lieu aux mêmes réflexions que le précédent, quoiqu'il ait un peu moins de valeur parce que le sujet, par sa profession de cordonnier et sa vie sédentaire, était dans des conditions qui favorisent la débilité constitutionnelle, bien qu'il n'eût jamais été malade.

Mais en voici un autre que j'ai observé, qui n'a pas encore été publié et sur lequel j'appelle tout particulièrement l'attention, en raison de la rapidité avec laquelle les phénomènes caractéristiques de la phthisie pulmonaire se sont produits, à la suite d'un accident, chez un homme qui n'avait aucune disposition à s'enrhumer, mais qui était un peu alcoolique.

Observation. — Phthisie aiguë survenue à la suite d'une hémorrhagie bronchique abondante occasionnée par une chute dans une cuve remplie d'eau alcaline (solution de soude).

Le nommé X..., journalier, âgé de 34 ans, d'une constitution robuste.

Cet homme a encore son père et sa mère vivants et bien portants. Il n'a absolument aucun antécédent pathologique héréditaire. Il n'est pas disposé à s'enrhumer. En 1870, pendant la guerre, il a contracté en hiver une légère bronchite qui a duré trois semaines; mais depuis cette époque, il n'a jamais toussé. Seulement, son hygiène laisse à désirer; il fait un usage immodéré des boissons alcooliques et a depuis longtemps un peu de tremblement caractéristique des doigts.

Le 15 juin 1879, ce malade fit une chute dans une cuve renfermant une solution de soude chaude, destinée à la fabrication du savon. Retiré de cette

cuve, il fut plongé immédiatement après dans une cuve d'eau tiède un peu fraîche, pour atténuer l'action irritante de la première solution sur la peau.

Le lendemain, malaise général, frisson, courbature, et le surlendemain même, hémorrhagie bronchique considérable (1 litre au moins au dire du malade), et suivie pendant plusieurs jours d'hémoptysies moins abondantes.

A la suite de ces accidents, toux, oppression, sans fièvre prononcée, expectoration muqueuse. Entrée à l'hôpital le 15 juillet, un mois après la chute. A ce moment, on constate d'abord les signes d'une bronchite généralisée profonde, toux, dyspnée, respiration bruyante, insomnie, pouls à 90. Temp. 38°,5, à 39°.

A la percussion, la poitrine présente un peu de submatité aux deux sommets, dans les fosses susépineuses, surtout à gauche, A l'auscultation, râles muqueux très nombreux des deux côtés, sous-crépitants dans les parties supérieures, surtout à gauche.

A dater de ce moment, les symptômes vont chaque jour en s'aggravant, malgré une médication énergique. La dyspnée devient excessive, le visage prend une teinte cyanosée, les sueurs deviennent profuses, le pouls augmente de rapidité, l'expectoration devient mucoso-purulente et souvent entremêlée de légères hémoptysies. Les signes stéthoscopiques s'accentuent. Les râles sous-crépitants augmentent et deviennent plus gros. On en entend en avant et en arrière. Il y a de la pectoriloquie ordinaire et aphonie. Il n'est pas douteux que le poumon ne soit hépatisé, tuberculeux, et qu'il ne présente déjà de petites cavernes.

A partir du 10 août, la faiblesse devient extrême, les signes d'une phthisie aiguë que rien ne peut arrêter s'accentuent de plus en plus et le malade succombe le 22 août.

A l'autopsie, on constate d'abord un développement presque athlétique des muscles qui sont d'une belle coloration.

Emphysème aigu du poumon gauche et un peu du bord du poumon droit.

Le poumon droit est très adhérent à la paroi thoracique. Le poumon gauche l'est seulement un peu en arrière.

Sur la surface postérieure du poumon gauche, on trouve quelques granulations tuberculeuses, les unes transparentes, d'autres un peu jaunâtres. A la partie inférieure, on trouve de grosses masses de parenchyme pulmonaire emphysémateuses, présentant un volume gros comme des reins.

A l'incision du poumon droit, on trouve des masses de granulations grises englobées dans un parenchyme très hépatisé et laissent écouler du sang spumeux. On trouve aussi des granulations ramollies et jaunes, et au sommet quelques cavernules.

A l'incision du poumon gauche, les lésions sont plus avancées. Au sommet existe une caverne grosse comme une noix. Dans les parties moyennes, ont trouve en un point une masse de tubercules ressemblant un peu à la pneumonie caséeuse, mais cet aspect n'est pas général; on trouve surtout des granulations plus avancées dans leur évolution que du côté droit, une congestion intense et de l'œdème pulmonaire.

Point de foyer d'apoplexie pulmonaire, pas de granulations fibreuses ni crétacées.

Cœur droit rempli de caillots *post mortem*.

Artère pulmonaire : un caillot *post mortem* existe dans cette artère et dans sa division gauche.

Tous les ganglions intra-pulmonaires sont volumineux, surtout ceux qui correspondent aux régions les plus infiltrées.

Sur le péritoine et les anses de l'intestin, on ne trouve aucune granulation.

Ce fait me paraît avoir une certaine importance pour juger la question de la possibilité du développement de la phthisie pulmonaire à la suite d'une hémorrhagie bronchique.

En effet il me paraît difficile de soutenir que ce malade, qui se portait admirablement et n'était pas sujet aux rhumes, avait des granulations tuberculeuses dans le poumon avant sa chute dans la cuve remplie d'eau de soude. Les lésions trouvées dans les poumons sont toutes des lésions récentes : granulations nombreuses demi-transparentes ou grises, un certain nombre de ces granulations passées à l'état de suppuration et ayant produit de petites cavernules au développement desquelles nous avons assisté *de auditu*. Pas de pneumonie caséeuse, pas de tubercules crétacés ni fibreux. De la congestion bronchique et parenchymateuse : voilà tout, et tout cela produit à la suite d'une hémorrhagie bronchique.

Il me paraît logique de dire que l'accident dont cet homme a été la malheureuse victime a produit un violent mouvement congestif ou fluxionnaire vers les organes de la respiration qui, par suite des habitudes d'alcoolisme du sujet, avaient perdu une partie de leur résistance ou qui se trouvaient dans un état de déviation nutritive qui avait altéré sa structure, et que cette disposition anormale, aggravée par la présence du sang dans les bronches, a favorisé le développement d'une tuberculose aiguë.

Sans recourir à l'opinion ancienne suivant laquelle le sang épanché dans les bronches subit une putréfaction qui favorise la suppuration du poumon et amene la phthisie ; sans recourir à l'opinion récente de M. Meyer et de M. Jaccoud qui pensent que l'hémoptysie peut amener une pneumonie caséeuse qui devient le point de départ de la tuberculose, je pense et je m'appuie sur les faits cliniques pour émettre cette opinion, qu'une hémorrhagie bronchique abondante et répétée peut, avec l'aide bien entendu du mouvement congestif qui l'accompagne favoriser le développement de granulations tuberculeuses dans un poumon qui a perdu sa résistance normale, soit par suite d'une disposition diathésique héréditaire, soit par suite de l'alcoolisme, et cela sans exis-

tence préalable de granulations tuberculeuses comme le veut M. Peter, pour qui la prédisposition tuberculeuse n'est pas autre chose que la présence antérieure de granulations dans les poumons. C'est là une théorie qui n'est pas démontrée par les faits.

La prédisposition tuberculeuse peut exister chez un sujet avant la production des granulations caractéristiques, et cette prédisposition peut être activée par l'hémorrhagie bronchique comme le développement de noyaux cancéreux peut être facilité dans l'utérus par des métrorrhagies répétées chez une femme ayant une disposition carcinomateuse héréditaire.

Les faits de phthisie pulmonaire survenus à la suite de bronchohémorrhagies produites par des accidents traumatiques chez des gens bien portants, ont certainement plus de valeur que les expériences faites sur des chiens ou des lapins en leur injectant du sang dans les bronches ou bien en leur dilacérant les poumons avec des instruments piquants.

Conclusions. — Il n'est pas exact de dire qu'une hémorrhagie bronchique ne puisse être suivie de phthisie pulmonaire que chez des sujets ayant déjà des granulations tuberculeuses.

Les hémorrhagies bronchiques, même d'origine traumatique, peuvent être des causes occasionnelles de tuberculose chez les sujets dont les organes respiratoires ne jouissent pas de la résistance normale de vitalité, par suite de diathèse scrofuleuse ou tuberculeuse, d'alcoolisme et de toutes les débilités constitutionnelles.

DISCUSSION

M. Marquez cite le cas d'un « schlitter » qui à la suite d'un traumatisme violent eut une hémoptysie, une pneumonie traumatique et guérit sans autres accidents : et cela dans la vallée de Münster ou la phthisie est très commune.

M. Thaon dit que les faits de M. Teissier sont complexes : il s'agit de traumatismes qui, pour la tuberculose du poumon, comme les traumatismes du sein pour le cancer de cet organe, peuvent servir d'occasion au développement d'une affection latente jusque-là.

M. Denucé a observé un fait qui parle dans le même sens que ceux de M. Teissier : un jeune homme de 17 ans, engagé volontaire pendant la guerre de 1870, après avoir souffert plusieurs mois des fatigues et des privations de la campagne, reçut un jour en pleine poitrine un éclat d'obus à la fin de sa course : il éprouva une violente contusion du thorax, et ne tarda pas à présenter les premiers symptômes d'une tuberculose qu'aucun antécédent héréditaire ou personnel ne pouvait faire prévoir. Il paraît vraisemblable que chez ce jeune homme la débilitation produite par les épreuves de la guerre a joué le rôle de cause prédisposante et le traumatisme thoracique celui de cause occasionnelle.

M. Chalot (de Montpellier) distingue dans les observations de M. Teissier le traumatisme thoracique, qui peut en effet influer sur la détermination pulmonaire de la tuberculose, et l'hémoptysie qui n'est ici qu'un épiphénomène sans rapport direct avec l'évolution des lésions tuberculeuses.

M. Baréty demande à M. Teissier s'il pense que les hémorrhagies broncho-pulmonaires seraient par elles-mêmes capables d'entraîner le développement de la tuberculose, ou bien si l'influence déterminante n'est pas plutôt le traumatisme lui-même.

M. Teissier répond en rappelant les opinions successives et différentes de Morton, Niemayer, Peser, et conclut en disant qu'il considère le traumatisme comme capable de provoquer une congestion pulmonaire qui favorise les manifestations de la phthisie.

M. Poncet (de Lyon) insiste sur ce point que l'hémorrhagie n'est qu'un phénomène accidentel, et que le traumatisme constitue la véritable cause occasionnelle du développement de la tuberculose.

M. Chalot se demande quel pourrait être le rôle de l'hémorrhagie au point de vue de l'évolution de la tuberculose.

M. Potain cite un fait qui montre que la congestion pulmonaire peut précéder le développement des granulations tuberculeuses. Il avait constaté au sommet du poumon droit chez un jeune homme, atteint de méningite tuberculeuse tous les signes d'une induration du tissu pulmonaire et ne doutait pas que ce sommet ne fût le siège d'une altération tuberculeuse. Or l'autopsie démontra qu'il s'agissait seulement d'une congestion intense limitée au sommet du poumon.

M. A. PONCET

De Lyon.

DU DANGER DE L'ANESTHÉSIE PAR L'ÉTHER OU LE CHLOROFORME PENDANT LA RÉDUCTION DE CERTAINES FRACTURES

— Séance du 30 août 1879. —

Parmi les diverses variétés de fractures des membres, et tout particulièrement de la cuisse et de la jambe, il en est dont la réduction ne peut être faite aisément qu'après anesthésie préalable.

Le plus souvent on n'endort pas le patient, mais parfois on doit recourir à l'éther ou au chloroforme ; il est, en effet, telle fracture oblique du tibia, par exemple, avec saillie sous la peau du fragment supérieur, dont les contractions musculaires réflexes pendant la réduction peuvent aggraver les désordres. Sans parler des tiraillements, des déchirures des tissus qui avoisinent le foyer de la fracture, la peau déjà contusionnée, soulevée par le fragment qui menace de la perforer, doit autant que

possible être mise à l'abri de pressions, de tractions nouvelles, susceptibles de transformer la fracture simple en fracture compliquée.

Dans les fractures avec plaie, il importe également beaucoup de ne pas augmenter les désordres déjà existants, de soustraire les tissus, les fragments à toute irritation nouvelle, de s'opposer à l'entrée de l'air dans la plaie, et pour avoir une coaptation à peu près exacte, pour appliquer un bon appareil, l'anesthésie est parfois indiquée.

Dans certaines fractures de la cuisse, l'éthérisation ou la chloroformisation rendent souvent de grands services ; il n'est pas de chirurgien d'hôpital qui n'ait été obligé, dans des cas de ce genre, d'employer l'anesthésie, soit pour supprimer la douleur, soit surtout pour annihiler des contractions musculaires s'opposant à la réduction.

Si l'anesthésie est parfois nécessaire et si, comme je l'ai vu, quelques chirurgiens l'emploient volontiers, elle est loin d'être sans danger.

Elle s'accompagne presque toujours, en effet, d'une période d'excitation très variable suivant les sujets, mais dont la durée et l'intensité ne sauraient être prévus ; ce que nous savons à cet égard, c'est qu'elle est à peu près constante et plus à redouter chez l'alcoolique que chez tout autre. — Elle survient quelquefois rapidement après les premières inhalations, le plus souvent au bout de quelques minutes, et peut aller depuis une agitation légère jusqu'à un véritable accès de délire nerveux avec mouvements des plus désordonnés.

Depuis longtemps j'avais été frappé des dangers que le blessé se crée à lui-même pendant l'anesthésie chirurgicale, lors de la réduction d'une fracture, et cela malgré les aides, malgré le chirurgien ; — alors même, en effet, que le membre fracturé est solidement maintenu, les muscles se contractent énergiquement.

Sous l'influence de ces contractions brusques, violentes, les fragments se déplacent, irritent les tissus qui font partie du foyer de la fracture : périoste, muscles, tissu cellulaire, etc., infiltrés de sang, sont soumis un nouveau traumatisme qui, je le répète, constitue un danger.

La fracture est-elle simple, elle peut devenir compliquée ; que l'on se reporte à certaines fractures de jambe où le fragment supérieur, taillé en bec de flûte, est tout à fait sous-cutané et l'on comprendra facilement que, dans un mouvement violent comme on les observe pendant l'anesthésie, ce fragment perfore la peau. Cet accident redoutable s'est présenté, et je connais un cas où le fragment supérieur du tibia a traversé les téguments sous les yeux, et je puis dire, sous la main du chirurgien.

Lorsqu'on se trouve en présence d'une fracture avec plaie, les mouvements, pendant la période d'excitation, doivent être tout autant redoutés, ils augmentent l'hémorrhagie, font un appel d'air dans le foyer de

la fracture et créent ainsi de nouvelles conditions fâcheuses. L'année dernière, au mois d'août 1878, alors que je remplaçais M. Ollier, à l'Hôtel-Dieu, on apporta dans mon service un homme de quarante-cinq ans qui, dans une chute d'une hauteur de 5 à 6 mètres, s'était fait une fracture des deux os de la jambe droite au tiers inférieur.

Le fragment supérieur du tibia, très oblique, avait traversé la peau et faisait hernie au dehors sur une longueur de $0^m,08$. Le péroné était fracturé à peu près au même niveau et le pied fortement déjeté en dehors.

La fracture remontait à quatre jours, le malade était en pleine fièvre traumatique. Pendant l'éthérisation, la période d'excitation fut très forte, et malgré les précautions prises, je voyais le fragment supérieur faire saillie davantage sous l'action de contractions musculaires violentes.

J'introduisis mon doigt, l'index droit, dans le foyer de la fracture, pour mieux me rendre compte des désordres existants : je constatai plusieurs esquilles péronières. Au moment où j'avais terminé mon exploration, mon doigt fut fortement saisi par les muscles contracturés, comme s'il eût été engagé dans une boutonnière élastique, pressé contre des fragments osseux j'éprouvai une sensation des plus douloureuses.

Je tentai la conservation du membre et pratiquai la résection du fragment supérieur du tibia sur une longueur de $0^m,07$. Je fis en même temps une contre-ouverture à la partie externe qui donnait passage à un gros drain. Le membre fut immobilisé dans du coton : deux mois et demi après le malade quittait l'hôpital guéri.

Cette observation que je viens de relater m'avait démontré les dangers que l'anesthésie chirurgicale fait courir aux blessés atteints de fracture du membre inférieur et je cherchai dès lors à pouvoir supprimer en pareil cas la période d'excitation.

Un moyen bien simple en apparence se présentait : profiter du sommeil naturel et le transformer en sommeil artificiel, mais la chose n'est pas pratiquée.

J'ai essayé plusieurs fois dans mon service de faire respirer de l'éther à des sujets dormant naturellement. Il faut user de précaution pour ne pas les réveiller, deux fois le sommeil s'est continué et je n'ai vu aucune excitation se produire.

Je songeai alors à utiliser les narcotiques et je me proposai, dès que l'occasion s'en présenterait, de recourir à l'anesthésie mixte.

Connaissant les recherches de Cl. Bernard, les applications faites sur l'homme par MM. Nussbaüm, Courty, etc., mais dans un but différent de celui que je poursuivais, j'employai les injections sous-cutanées de chlorhydrate de morphine.

Le premier malade qui a été ainsi anesthésié était un homme de 30 ans, très pusillanime, atteint de fracture bi-malléolaire de la

jambe gauche, — la malléole interne avait été arrachée et la peau était à cheval sur le bord supérieur de l'os comme une sangle sur un chevalet. — Craignant des mouvements, je fis pratiquer au malade une injection sous-cutanée de un centigramme et demi de chlorhydrate de morphine; quelques minutes après une autre injection. Le malade s'endormit très paisiblement, on lui donna à respirer alors un peu d'éther, et lorsque le sommeil parut complet je procédai à la réduction qui se fit sans difficulté, sans le moindre mouvement de la part du malade; je pus tout à mon aise appliquer une attelle plâtrée.

A quelque temps de là, j'employai le même *modus faciendi* dans mon service à l'hôpital de la Croix-Rousse. Il s'agissait d'une fracture avec esquilles, par cause directe, siègeant à la partie moyenne du tibia droit chez une femme de 39 ans. Une petite déchirure de la peau des dimensions d'un pois faisait communiquer le foyer de la fracture avec l'air. Voulant placer le membre dans une bonne position et l'immobiliser commodément par un bandage silicaté renfermant beaucoup de coton, désireux surtout de mettre le foyer de la fracture à l'abri de tout mouvement, je procédai de la même façon que chez le premier malade.

On fit une première injection sous-cutanée de morphine de $0^m,01$; puis après quelques minutes, une autre injection de $0^m,01$.

Lorsque la malade commença à dormir, on la soumit à l'éthérisation, il n'y eut ni excitation, ni mouvement.

La consolidation se fit sans aucun accident.

Ma communication peut se résumer en quelques lignes :

Lorsque, dans une fracture, le chirurgien doit avoir recours à l'anesthésie, il n'emploiera pas, suivant la méthode habituelle l'éther ou le chloroforme.

Pour supprimer l'excitation qui accompagne souvent l'éthérisation ou la chloroformisation et qui peut déterminer des accidents graves, la transformation par exemple d'une fracture simple en fracture compliquée, il utilisera l'anesthésie mixte.

M. CHALOT

Agrégé de la Faculté de médecine de Montpellier.

DE L'IGNIPUNCTURE DANS LE TRAITEMENT DE L'ARTHROSYNOVITE FONGUEUSE ET DU SARCOCÈLE TUBERCULEUX

— Séance du 30 août 1879. —

M. GRASSET

Agrégé de la Faculté de médecine de Montpellier.

RAPPORTS DE LA LÈPRE TUBERCULEUSE ET DE LA SCLÉRODERMIE (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

A propos de deux malades, atteint l'un de sclérodermie, l'autre de lèpre tuberculaire, M. Grasset dit qu'on a tort de séparer ces deux maladies d'une manière trop absolue.

Au triple point de vue de l'étiologie, de la symptomatologie et de l'anatomie pathologique, les deux maladies ne présentent pas, chez les sujets observés, les oppositions indiquées par les auteurs. M. Grasset conclut qu'il faut réunir la « lèpre nostras » à la sclérodermie, sous le nom de sclérodermie tuberculeuse.

DISCUSSION

M. Thaon présente quelques observations à propos de la communication de M. Grasset. M. Thaon a vu les malades de M. Grasset et l'un d'entre eux lui a paru atteint de lèpre anesthésique mutilante, variété qui est exempte de tubercules et qu'il a décrite dans *le Progrès médical*, en 1877. La lèpre et la sclérodermie sont à coup sûr des trophonévroses ; mais la sclérodermie serait peut-être une trophonévrose périphérique, tandis que la lèpre serait une trophonévrose d'origine centrale.

M. A. BROUSSE

Interne des hôpitaux de Montpellier.

QUATRE NOUVEAUX CAS D'ATHÉTOSE

— *Séance du 30 août 1879.* —

L'athétose est, je ne dirai pas une maladie nouvelle, mais un symptôme nouvellement étudié. En effet, il ne faut pas remonter au delà de 1871 pour trouver le premier travail écrit sur ce sujet : il est dû à

(1) Voir *Gazette hebdomadaire*, 1879.

Hammond, de New-York (1), qui cite à l'appui de sa description deux observations sans autopsie.

A la suite de ce travail, l'élan est donné : de nouvelles observations ont été publiées en Amérique, en Angleterre, en Allemagne, enfin en France par Charcot et Proust ; si bien qu'en 1877, M. le professeur agrégé Grasset (2) peut réunir dans une savante revue critique vingt-neuf observations d'athétose publiées tant en France qu'à l'étranger.

Enfin en 1878, un interne de M. le professeur Charcot, le docteur Oulmont, publie sur l'athétose une thèse remarquable (3), où il rassemble trente-deux observations, la plupart recueillies dans le service de la Salpêtrière.

Depuis lors il a paru dans les recueils périodiques plusieurs autres observations d'athétose, parmi lesquelles la plus intéressante est sans contredit celle de M. Landouzy avec autopsie (4).

Malgré tous ces travaux, la question de l'athétose est loin d'être complétement élucidée, c'est encore une question à l'ordre du jour.

Aussi ayant eu la bonne fortune de rencontrer dans le service de la clinique des maladies des vieillards quatre cas d'athétose, j'ai cru qu'il pourrait y avoir quelque intérêt à les présenter au public médical.

Comme les malades qui font le sujet de ces observations sont actuellement à l'hospice général, s'il est quelqu'un parmi les savants éminents qui sont ici réunis, que la question intéresse, nous serons très heureux de les lui présenter.

Deux de mes cas se rapportent à l'hémiathétose, les deux autres à 'athétose double.

§ 1. *Cas se rapportant à l'hémiathétose.*

« L'hémiathétose, dit Oulmont, est une affection généralement symptomatique d'une lésion cérébrale, qui consiste essentiellement en mouvements involontaires, habituellement continus, lents et exagérés, limités à la main et au pied du côté paralysé. »

Observation I. — *Atrophie cérébrale de l'enfance. Hémiplégie gauche Atrophie du côté gauche. Hémiathétose de la main gauche.* — Il s'agit d'un homme de 50 ans qui, à l'âge de 2 ans, a été atteint, à la suite d'une attaque convulsive, d'une hémiplégie gauche qui a rétrocédé par la suite.

Actuellement il existe une atrophie très marquée du membre supérieur gauche qui présente avec le droit une différence allant jusqu'à $0^m,05$ pour la circonférence de l'avant-bras et $0^m,03$ pour sa longueur.

(1) Hammond : *A Treatise of diseases of the nervous system*, New-York, 1871.
(2) *Montpellier médical*, t. XXXIX, août-septembre, 1877.
(3) P. Oulmont, *Étude clinique sur l'athétose*, thèse de Paris, 1878.
(4) *Progrès médical*, 1878, n° 3.

L'avant-bras gauche est placé en demi-pronation, la main est fléchie à angle droit sur le poignet, et ne peut se défléchir qu'avec l'aide de l'autre main ou d'une main étrangère.

Au repos, pas de mouvements involontaires dans les doigts ; mais, si le malade vient à les étendre, il s'y développe des mouvements alternatifs et très lents de flexion et d'extension, d'adduction et d'abduction, avec exagération de l'extension qui va jusqu'à la subluxation.

Bien que dans cette observation les mouvements involontaires ne soient pas continus, qu'ils ne se produisent qu'à l'occasion des mouvements volontaires, je crois pourtant qu'ils doivent être rattachés à l'athétose, car ils en présentent tous les caractères; ils sont lents, quasi rythmiques, exagérés, et donnent à la main un aspect tout spécial qui frappe quand on en a déjà vu un premier exemple. Enfin, l'athétose n'est pas un phénomène type, elle comporte plusieurs degrés, elle peut être plus ou moins complète, sans cesser d'être elle-même. C'est donc à un cas d'hémiathétose posthémiplégique que se rapporte cette observation.

Observation II. — *Atrophie cérébrale de l'enfance. Hémiplégie gauche. Attaques épileptiformes. Hémiathétose de la main gauche.* — Il s'agit d'une femme de 29 ans qui, à l'âge de 11 mois, fut atteinte, à la suite d'une attaque convulsive, d'hémiplégie gauche qui persista jusqu'à l'âge de 5 ans, et puis rétrocéda.

A 21 ans, il se déclara des attaques épileptiformes qui n'ont pas cessé depuis.

Actuellement : légère atrophie de l'avant-bras gauche portant surtout sur sa longueur. Sa main gauche est placée en demi-pronation et paraît au repos contracturée en flexion sur le poignet. Lorsque la malade défléchit sa main, les doigts sont agités de mouvements alternatifs très lents de flexion et d'extension, d'adduction et d'abduction, avec prédominance de l'extension et de l'abduction. Au bout d'un certain temps, il se produit une sorte de spasme qui referme la main, malgré les efforts de la malade pour la maintenir ouverte.

Cette observation doit encore être rattachée à l'athétose. En effet, la position prise par la main gauche, les mouvements qui agitent les doigts, ce spasme même qui ferme la main ouverte, tout cela rentre dans les caracteres de cette maladie : Oulmont a décrit les spasmes intermittents comme des phénomènes qui succèdent souvent à l'athétose ou bien l'accompagnent. C'est donc, comme l'observation I, un cas d'hémiathétose posthémiplégique. Ces deux cas peuvent être rapprochés de l'observation XI de la thèse d'Oulmont, où les mouvements athétosiques ne se produisaient, comme ici, qu'à l'occasion des mouvements volontaires.

De ces deux observations, il semble résulter un certain rapport entre l'hémiasthétose et l'atrophie cérébrale de l'enfance. Et, en effet, si on les rapproche des onze observations d'Oulmont où l'hémiathétose a succédé à l'atrophie cérébrale de l'enfance, on voit qu'il y a là plus

qu'une coïncidence fortuite. L'athétose paraît dans ces cas tenir lieu de ces contractures souvent si prononcées que l'on rencontre chez d'autres malades atteint de la même lésion : on dirait que chez les premiers la tendance au mouvement l'a emporté sur la tendance à l'immobilisation, d'où production d'une sorte de chorée limitée.

L'hémiathétose est un trouble du mouvement qui, par ses principaux caractères, doit être rangé dans l'ordre des chorées. Charcot d'abord, Oulmont ensuite, ont montré les analogies étroites qui existent entre l'hémiathétose et l'hémichorée posthémiplégique. Pour Charcot même, l'hémiathétose n'est qu'une variété de l'hémichorée. C'est là peut-être une exagération, ce que l'on peut dire, c'est que l'hémiathétose est un trouble posthémiplégique du mouvement appartenant à la même famille que l'hémichorée. Comme d'autre part, d'après les travaux de Charcot, on connaît la localisation de l'hémichorée, c'est de ce côté qu'il faudra chercher la lésion de l'hémiathétose.

Arrivons au diagnostic de l'hémiathétose posthémiplégique. Il faut d'abord la distinguer de l'hémichorée : ici les mouvements sont plus étendus, les membres sont projetés follement dans toutes les directions ; dans l'hémiathétose, les mouvements sont limités à la main et au pied, souvent à la main seule ou même aux doigts, ils sont essentiellement caractérisés par leur lenteur qui leur donne au premier abord l'aspect d'actes volontaires, et par leur exagération qui va jusqu'à la subluxation.

Il faut encore distinguer l'hémiathétose de certains troubles moteurs posthémiplégiques, que je n'ai pas trouvés notés par les auteurs et dont un malade de l'Hospice général offre un exemple remarquable. C'est un homme de 62 ans, qui a déjà eu plusieurs attaques ayant laissé à leur suite de l'hémiplégie droite et de l'aphasie ; il présente dans la main droite paralysée un phénomène digne d'être noté : lorsqu'on lui donne à ramasser un objet il le fait tourner entre ses doigts, le projette même à plusieurs centimètres, et ce n'est qu'au bout d'un moment qu'il arrive à le fixer solidement. Il se produit alors dans ses doigts de véritables mouvements ataxiques, qui sont à l'ataxie ce que l'hémiathétose est à la chorée. On pourrait les désigner, avec M. le professeur Grasset, sous le nom *d'hémiataxie posthémiplégique.*

§ 2. *Cas se rapportant à l'athétose double.*

« L'athétose double est définie par Oulmont, une affection habituellement primitive, consistant essentiellement en mouvements involontaires, lents, qui occupent les deux mains, ou les mains et les pieds tout ensemble et parfois les deux côtés de la face. »

Observation III. — *Atrophie cérébrale. Idiotie. Athétose double occupant les quatre extrémités.* — Il s'agit d'un homme de 39 ans, atteint d'atrophie cérébrale probablement congénitale et d'idiotie. Il présente une atrophie considérable des muscles et des os du squelette : ses membres ressemblent à des membres d'enfant. La marche est impossible, il ne peut même se tenir debout.

Au repos les mains sont fléchies sur l'avant-bras, et les doigts sont agités par intervalles de mouvements involontaires de flexion et d'extension. Lorsque le malade défléchit la main, il y a exagération de l'extension des doigts et production de mouvements d'adduction et d'abduction. Les pieds sont déviés par une sorte de spasme intermittent : le pied gauche en équin, le pied droit en valgus ; celui-ci présente en outre dans les orteils des mouvements involontaires analogues à ceux des doigts.

Cette observation est intéressante en ce que l'étiologie est la même que pour les observations I et II ; c'est-à-dire l'atrophie cérébrale. Sur trois cas d'athétose double, Oulmont l'a rencontrée deux fois : c'est là une proportion considérable qui, si on la rapproche des faits d'hémiathétose de même origine, fait voir que l'atrophie cérébrale doit être considérée comme une des principales causes de l'athétose soit unilatérale, soit bilatérale. Il semble que l'atrophie cérébrale a une tendance toute particulière à produire l'exagération de la force de mouvement, exagération qui se traduit soit par des crises bruyantes (attaques épileptiformes), soit par des mouvements lents et continus (athétose), soit par les deux réunis, comme dans l'observation II.

Observation IV. — *Athétose double des pieds et des mains, de la face et du cou sans cause connue, avec spasmes intermittents des genoux et des cous-de-pied.* — Il s'agit d'un homme de 67 ans, à antécédents alcooliques, chez lequel la maladie a débuté à l'âge de 44 ans, sans cause appréciable.

Actuellement le malade a beaucoup de peine à s'exprimer : sa parole est embrouillée et à peu près incompréhensible. La face est agitée par des contractions passagères de ses divers muscles qui lui donnent un aspect grimaçant ; des contractions identiques se produisent au cou. La main gauche est tantôt en flexion, tantôt en extension sur l'avant-bras ; la main droite est contracturée en demi-flexion. Les doigts des deux côtés sont agités de mouvements alternatifs de flexion, d'extension, d'adduction, d'abduction, qui sont continuels, persistant même pendant le sommeil.

Il se produit à certains moments dans les genoux des spasmes intermittents qui ramènent les pieds sous le siège. Quant à ceux-ci, ils sont comme luxés sur la jambe, se placent en varus, position surtout exagérée du côté droit ; en même temps dans les orteils, mouvements identiques à ceux des doigts.

C'est là un cas remarquable, car il s'agit d'un homme qu'on avait considéré jusqu'ici comme choréique. C'est cependant bien de l'athétose avec ses mouvements pathognomoniques des extrémités. Mais, à cause précisément de la complexité des symptômes, ce cas pourrait être con-

sidéré comme intermédiaire entre l'athétose type et la chorée. On voit donc que l'athétose double peut être considérée comme une espèce particulière de chorée.

Conclusion. — Des quatre observations que je présente aujourd'hui, il me semble pouvoir être tiré quelques conclusions.

1° L'athétose est un symptôme ou un syndrome clinique (Grasset) qui peut se présenter dans des cas variables.

2° Qu'elle soit unilatérale ou bilatérale, elle présente de grandes analogies avec la chorée, aussi doit-on la regarder comme une espèce particulière de chorée.

3° On peut trouver des termes de passage entre l'athétose-type et la chorée, comme le montre l'observation IV.

4° L'athétose n'est pas toujours un syndrome identique : elle est plus ou moins complète, ce qui permet de lui considérer plusieurs degrés en plus ou moins, on pourrait établir trois formes principales : 1° *Forme type :* mouvements involontaires des extrémités persistant au repos ; 2° *Forme incomplète ou fruste :* mouvements involontaires ne se produisant que par intervalles ou à l'occasion des mouvements volontaires (Observ. I et II) ; 3° *Forme complexe ou de transition :* aux mouvements des extrémités s'ajoutent des mouvements de la face, du cou et même des membres (Observ. IV).

5° Il existe un rapport très étroit entre l'athétose et l'atrophie cérébrale (Observ. I, II et III), rapport que la physiologie pathologique est encore impuissante à expliquer.

M. le Dr E. BOURGUET

d'Aix.

DE L'IMMOBILISATION DE L'ANSE INTESTINALE DANS QUELQUES CAS GRAVES D'OPÉRATION DE HERNIE ÉTRANGLÉE

— Séance du 30 août 1879. —

Le travail dont je vais avoir l'honneur de présenter une analyse succincte à l'Association française pour l'avancement des sciences a pour but de faire connaître un procédé particulier de kélotomie que j'ai employé trois fois dans des cas de hernie étranglée présentant des complications et une gravité tout à fait exceptionnelles.

Sur ces trois malades, en effet, deux étaient porteurs d'une hernie

compliquée de gangrène de l'anse intestinale; le troisième d'arrachement de la tunique externe de l'intestin. Chez deux d'entre eux, l'étranglement se compliquait, en outre d'irréductibilité ancienne de la hernie, par suite d'adhérences entre les viscères et le sac. Enfin, on constatait, chez tous les trois, des traces évidentes d'inflammation de la séreuse du sac et de la séreuse intestinale (péritonite herniaire).

Le procédé mis en pratique, dans tous les cas, a consisté, une fois les téguments incisés et le sac ouvert, comme à l'ordinaire, à détruire les adhérences avec le doigt, le bistouri ou les ciseaux, dans les deux cas où il en existait, à débrider l'anneau constricteur, et à réduire ensuite l'anse intestinale, en la retenant en face de la plaie de la paroi abdominale, et la fixant, *l'immobilisant* complètement dans cette position au moyen de fils de suture ou de toute autre manière, de façon à obtenir l'adossement et l'adhésion consécutive de la séreuse intestinale à la séreuse péritonéale, et à prévenir ainsi, non seulement la chute du sang et de toute espèce de liquide pathologique dans la cavité du péritoine, mais encore le détachement de l'eschare et un épanchement stercoral dans cette cavité, en même temps que de circonscrire le processus inflammatoire aux environs de la plaie et de diminuer, dans une certaine mesure, le danger de la généralisation de la péritonite.

Parmi les trois malades qui ont été soumis à cette opération, il y avait deux femmes atteintes de hernie crurale et un homme atteint de hernie inguinale congénitale, deux de ces hernies étaient des entéro-épiplocèles; la troisième une entérocèle simple.

L'étranglement, dans tous les cas, datait de plusieurs jours. Il remontait à 64, 68 et 70 heures.

La gangrène affectait la forme de plaques circonscrites. Chez le premier malade, on voyait deux plaques très rapprochées l'une de l'autre, dont la plus étendue offrait la grandeur d'une pièce de vingt centimes et la plus petite la largeur d'une lentille ordinaire. Dans le second cas, il n'existait qu'une plaque unique de la grandeur d'une pièce de vingt centimes.

Les adhérences étaient multiples: elles unissaient, d'un côté l'intestin à la face interne du sac; de l'autre l'intestin avec l'épiploon. Quant à ce dernier, il adhérait pareillement, dans les deux cas, à la face interne du sac. Les adhérences intestinales étaient assez minces pour que leur détachement pût être opéré; cependant elles offraient assez de résistance pour que ce détachement ne se fît pas sans une certaine difficulté et que, dans un cas, la tunique externe de l'intestin ne fût arrachée pendant ce temps de l'opération. Les adhérences de l'épiploon furent respectées. Cet organe fut lié à sa base et excisé au-dessous de la ligature.

Les opérations ainsi pratiquées se sont toutes terminées par la guérison. Deux fois, à la suite de l'établissement d'une fistule stercorale ; une fois, sans cette complication. Chez les deux malades atteints de fistule stercorale, celle-ci s'est oblitérée spontanément et la guérison a été complète, dans un cas, le trentième jour, dans le second, le trente-troisième ; dans le cas non suivi de fistule, la guérison était définitive le vingt-cinquième jour.

Ces divers malades ont pu être suivis, tous les trois, pendant plusieurs années après l'opération. Aucun d'eux n'a présenté de troubles fonctionnels pouvant être rattachés au mode opératoire mis en usage, deux d'entre eux, au contraire, qui étaient porteurs, comme cela a été dit, de hernies adhérentes et irréductibles, ont vu leur infirmité transformée en une hernie réductible, facile à contenir au moyen d'un simple bandage ordinaire.

Ce travail se termine par les conclusions suivantes :

1° Les hernies étranglées compliquées de péritonite herniaire, d'adhérences anciennes et récentes, de gangrène peu étendue, de perforation et d'autres lésions graves, mais circonscrites, de l'anse intestinale, peuvent être opérées en réduisant cette dernière et la fixant à la face profonde de la plaie de la paroi abdominale.

2° Cette pratique a pour avantage d'empêcher l'établissement d'un anus contre nature et de favoriser la production d'une fistule stercorale. En d'autres termes, à une maladie grave, dégoûtante, longue et de guérison difficile, elle substitue une maladie relativement bénigne, dont la guérison se produit spontanément, dans un délai généralement assez court.

3° La fixation de l'anse intestinale en face de la plaie de l'abdomen ne comporte pas de difficultés sérieuses d'exécution et ne complique pas sensiblement l'opération de la kélotomie.

4° Les faits cliniques observés jusqu'ici tendent à démontrer que cette méthode a pour résultat de circonscrire l'inflammation aux environs de la plaie et qu'elle prévient la généralisation de la péritonite en interceptant toute communication avec la cavité du péritoine.

5° Ces mêmes faits permettent d'établir qu'il n'y a pas lieu de se préoccuper de l'adhérence consécutive de l'anse intestinale à la paroi de l'abdomen et des conséquences fâcheuses que ces adhérences pourraient occasionner au point de vue de l'accomplissement des fonctions digestives.

M. LETIÉVANT
Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

DE LA PROTHÈSE IMMÉDIATE DANS LA PRATIQUE DE CERTAINES OPÉRATIONS SUR LA FACE

— Séance du 30 août 1879. —

Je démontrais au Congrès de Genève, en 1877, comment devait être pratiquée la résection de l'os maxillaire supérieur pour donner un résultat parfait de forme et de fonctions.

J'annonçais au Congrès de Paris, 1878, la voie nouvelle pour obtenir un pareil résultat : 1° dans la résection de l'os maxillaire inférieur ; 2° dans la reformation d'un nez nouveau sur des appareils prothétiques permanents.

I

Mes tentatives pour le maxillaire inférieur avaient été variées, mais insuffisantes comme démonstrations. Aujourd'hui, j'ai l'honneur de présenter un fait tout à fait démonstratif de la perfection de la forme et de la fonction récupérées à l'aide d'appareils après la résection de l'os maxillaire inférieur.

J'avais à opérer un jeune homme âgé de 20 ans. Son maxillaire inférieur était à peu près totalement nécrosé. Cette nécrose avait été la conséquence d'un traumatisme antérieur (extirpation dentaire, inflammation consécutive, lente, progressive, ayant duré plusieurs années).

Des trajets fistuleux couvraient le rebord alvéolo-gingival, quelques-uns étaient au-dessous du menton à droite. Par les orifices, je sentais partout l'os à nu et sequestré

Tout l'os devant être extirpé, je priais notre habile artiste en appareils prothétiques, M. Martin, de me préparer un maxillaire artificiel, destiné à remplacer exactement celui qui allait être enlevé. Ce maxillaire devait être muni de ressorts et d'une plaque palatine.

J'opérai par la bouche, voulant éviter ainsi la formation d'une cicatrice extérieure.

Par une incision pratiquée sur tout le rebord alvéolo-gingival, je mis à découvert tout l'os nécrosé; il se divisa facilement en parcelles variables de volume.

J'enlevai avec des pinces tout le corps, puis les branches, ne laissant

à droite que le condyle intact dans sa cavité, et une parcelle saine de l'apophyse odontoïde attachée au tendon temporal. A gauche je laissai à l'état d'intégrité une petite lamelle osseuse de cinq millimètres limitant l'échancrure sigmoïde et rattachant entre eux le col du condyle et l'apophyse odontoïde.

Il suffit alors à M. Martin, qui assistait à mon opération, de réséquer rapidement sur le maxillaire artificiel les saillies correspondant aux fragments osseux sains demeurés en place, pour que son appareil s'adaptât exactement à la cavité laissée libre par l'extirpation de l'os maxillaire.

La plaque palatine portant ses deux ressorts, maintint doucement refoulé le maxillaire nouveau dans la loge nouvelle.

Le résultat immédiat fut parfait, et je pus apprécier et faire apprécier, séance tenante, combien était utile cette *intervention prothétique immédiate.*

Dès la fin de l'extirpation de l'os, on avait vu le menton et la lèvre, non soutenus, s'affaisser, se plisser, se tasser et la déformation habituelle commencer. L'appareil mis en place, toute trace de déformation disparaît : la lèvre, le menton restent étalés, la salive est maintenue, le malade ouvre régulièrement la bouche.

L'appareil fut supporté à merveille.

Un érysipèle facial léger survenu le huitième jour n'eut aucune influence sur la marche de la cicatrisation.

Au bout de deux mois, l'appareil parut trop gros; les dents faisaient plus de saillie dans la bouche; on s'apercevait que le moule était repoussé de sa cavité qui elle-même se resserrait.

Quand on enlevait le maxillaire artificiel, on constatait l'existence d'une sorte de gouttière dure, résistante, presque osseuse, correspondant au bord inférieur de l'appareil et se moulant sur ce rebord et la partie voisine de ses faces. C'était l'arc osseux de nouvelle formation dû à la présence du périoste, et qui offrait déjà une résistance assez grande pour supporter la pression des parties molles.

Il me parut bon, cependant, de ne point lui confier encore ce rôle, et je réclamai de la complaisance de M. Martin un nouveau maxillaire artificiel plus petit.

L'appareil nouveau placé, le patient apprit à l'enlever, le nettoyer, il s'en servit de plus en plus facilement ; il put avec son aide, manger, mâcher, faire claquer les dents, écraser des amandes, mordre vivement, parler, siffler même, en un mot accomplir normalement tous les actes buccaux si nombreux et si variés.

Je fis présenter alors ce malade à la Société des sciences médicales, où l'on put constater cet heureux résultat.

II

La méthode de la rhinoplastie a reçu aussi des perfectionnements et s'est enrichie de nouvelles notions depuis l'année dernière.

J'ai obtenu récemment un nez parfait sur charpente, dont je présente une photographie.

Le nez était à refaire en entier; le patient âgé de 56 ans; la lésion rongeante du nez était un épithéliome; il ne restait aucun support, aucune cloison.

Ma charpente fut faite en platine. L'aluminium s'était corrodé sur le malade dont j'avais fait l'histoire au Congrès de Paris; j'ai dû extraire les débris de cette charpente, ce qui a pu se faire facilement. Cela a démontré qu'une fois la charpente demeurée longtemps, le nez, quoique privé d'elle, garde encore sa forme, sa dureté et ne tend nullement à s'enfoncer. On peut déjà prévoir qu'à l'avenir la charpente pourra ne pas être permanente.

Bref, ayant choisi le platine plus résistant aux agents oxydants, je procédai à l'opération.

Mon lambeau circonscrit sur le front selon les règles établies, fut taillé moins long que celui de l'an dernier. La torsion du pédicule fut complète, l'application sur la charpente plus tendue, des points de suture plus nombreux comprenant le pédicule et la plaie du front dans sa partie inférieure.

Pour accuser les orifices des narines, je retournai un peu en dedans le bord libre du lambeau après les sutures complètes, et je maintins cette partie ainsi relevée à l'aide d'un grain de plomb attaché à un fil métallique. Je fis à son tour passer ce fil au-dessous de la lame transversale de la charpente et ressortir à travers la peau du lambeau. Un deuxième plomb le fixant en dehors, déprimait la peau au niveau des points où devaient s'accuser les dépressions extérieures de l'aile du nez.

Le nez après l'opération fut très satisfaisant.

La réunion se fit partout.

Au bout de trois semaines, le pédicule, faisant un peu de saillie à la racine du nouveau nez, fut soumis à une compression permanente douce, à l'aide d'une tige métallique munie d'un petit bouchon. Cette tige était maintenue à l'aide d'une couronne adaptée autour de la tête. Cette couronne supportait aussi deux autres tiges recourbées, en fil de fer, et portant chacune un petit bouchon dont la pression maintenait accusées les dépressions extérieures des ailes du nez. M. Revillet, interne du service, chargé de ce soin, avait disposé très artistement cet appareil à modelage.

Par ces moyens divers, le résultat est tel qu'aujourd'hui, quarantième jour, on peut considérer comme supprimé le dernier temps de l'opération, la *section du pédicule;* elle devient cette fois inutile.

Ainsi ce nez est aujourd'hui à peu près parfait de forme, à ce point que l'opéré n'a pas, paraît-il, à regretter celui qu'il tenait de la nature.

De plus ce nez fonctionne, il permet la respiration, le flair, comme son prédécesseur naturel.

Je répète donc ce que j'ai dit au Congrès de Paris 1878, il est nécessaire d'associer la *Prothèse immédiate* à la pratique des opérations précédentes sur la face. Et je le répète avec des faits tout à fait démonstratifs de résultats heureux obtenus par cette nouvelle méthode.

Sauver l'existence, enlever la souffrance, sont certes des résultats précieux confiés à la chirurgie. Éviter la difformité est utile aussi et extrêmement important.

Comme à Athènes, nous aimons la forme, et beaucoup de malheureux sont voués à l'isolement, à la tristesse, à la misère, en raison de traces fâcheuses laissées par certaines mutilations chirurgicales pratiquées au visage.

Évitons-leur ce préjudice, et nous aurons rendu service à l'humanité.

DISCUSSION

M. Denucé rappelle un fait analogue tiré de sa pratique. Il moula avec de la gutta deux cornets représentant chacun la charpente d'une narine; sur les cornets vint s'appliquer le lambeau frontal. On put faire une sous-cloison, et après la guérison de la plaie, on enleva, en les ramollissant à l'eau chaude, les deux cornets qui servaient de soutien au nez artificiel : l'organe ainsi restauré présente un aspect assez satisfaisant et livre à l'air un libre passage.

M. Gayraud demande si la charpente en platine employée par M. Letiévant est définitive.

M. Hortolès répond qu'on l'extrait par parcelles.

M. Grynfelt dit que ces procédés constituent un simple perfectionnement des procédés anciens dans lequel on introduisait des fragments de sonde dans les narines.

M. Denucé fait remarquer qu'il y a autre chose qu'un simple perfectionnement : avec les moules en gutta, par exemple, on peut reconstituer un nez ayant une forme déterminée et assurer définitivement la perméabilité de l'organe.

M. le Dr FIEUZAL

Médecin en chef de l'hôpital des Quinze-Vingts à Paris.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES KYSTES HYDATIQUES SOUS-CONJONCTIVAUX.

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. Fieuzal communique à la section deux cas de kystes hydatiques qu'il a eu la bonne fortune d'observer à sa clinique, sur un total de 18,000 malades. C'est la rareté même des faits analogues rapportés par les auteurs, une vingtaine en tout, qui l'a déterminé à faire sa communication en présence de praticiens qui peuvent, selon lui, avoir des occasions plus fréquentes qu'on ne croit, de rencontrer ces hydatides, car bien souvent, les vers vésiculeux qui les composent, doivent passer inaperçus et s'échapper au moment de l'ouverture spontanée d'un kyste arrivé à suppuration. Il est donc bon, dit-il, d'appeler l'attention sur ces kystes, dont Sichel, dans son iconographie ophthalmologique, a donné une description tellement exacte, qu'elle suffit à elle seule pour permettre, à celui qui n'en a jamais vu, de les reconnaître du premier coup.

M. Fieuzal a observé dans les annexes de l'appareil oculaire, les deux variétés de vers vésiculeux qui se rencontrent dans l'espèce humaine; dans le premier cas, il s'agissait d'une tumeur développée dans l'épaisseur du muscle droit externe de l'œil droit chez une jeune fille qui était restée longtemps à Nancy, dans le service de l'honorable professeur Monoyer; celui-ci avait introduit à plusieurs reprises le trocart dans l'épaisseur de la tumeur, mais M. Fieuzal n'avait pas connaissance du résultat de l'examen de M. Monoyer, lorsqu'on lui amena à sa clinique cette jeune fille âgée de 16 ans, atteinte d'une tumeur qui, en repoussant l'œil fortement en avant, avait compromis la vision par suite du tiraillement opéré sur le nerf optique.

M. Fieuzal pratiqua l'extirpation de cette tumeur qui avait la dimension d'un énorme marron, et poussait son prolongement jusqu'au sommet de l'orbite. Elle était creusée dans son intérieur d'une cavité dans laquelle il trouva, à l'examen microscopique et nageant au milieu d'un liquide sanieux ou séropurulent, quelques crochets en même temps que des débris de lamelles très finement juxtaposées et caractéristiques de l'échinocoque, ou ver vésiculeux du tænia échinococcus.

De plus, circonstance qui avait une certaine gravité, il trouva de nombreuses fibres musculaires striées sur la paroi de la tumeur, et s'assura ainsi que c'était dans l'épaisseur de ces fibres ou dans le tissu conjonctif

qui les unit, que s'était développé le kyste dont l'extirpation devait fatalement entraîner un strabisme convergent définitif.

Les suites de l'opération furent des plus simples et il se borna à laisser un tube à drain dans la profondeur de l'orbite et à recouvrir la partie de cataplasmes pendant quelques jours, pendant lesquels on eut à craindre l'explosion d'un érysipèle; tout rentra dans l'ordre et l'état général devint excellent, si bien que la jeune fille put s'en retourner chez elle au bout de six semaines, entièrement débarrassée et méconnaissable.

Le second cas concerne une jeune fillette de 3 ans, atteinte d'une tumeur du canthus interne de l'œil gauche, développé entre les insertions des droits interne et inférieur, faisant une saillie de la dimension d'une noisette. Cette tumeur était absolument indolente, et s'était développée en l'espace de quelques semaines. Un coup de bistouri donné avec précaution dans la tumeur, fit émerger de celle-ci une vésicule transparente de la dimension d'une petite cerise, sur laquelle on remarquait un point blanchâtre légèrement déprimé, d'où par la pression sur la vésicule, on pouvait facilement faire émerger la tête et le cou d'un ver vésiculeux, que les assistants de la clinique n'eurent pas grand peine à reconnaître même à l'œil nu : à la simple loupe on pouvait remarquer le proboscide, la rangée de crochets et même les ventouses caractéristiques du cysticerque celluleux.

Du reste, l'examen microscopique fait ultérieurement ne lui laissa pas le moindre doute sur la réalité de l'existence de ce ver vésiculeux produit du tænia solium, et le regret seul de M. Fieuzal est de ne pouvoir le mettre à la disposition des assistants, car il n'a pas songé à apporter ces pièces qu'il conserve dans son laboratoire.

Il insiste sur ces faits, parce qu'il est convaincu que la rareté des cas connus ne peut s'expliquer que par la possibilité qui doit souvent se produire, de l'ouverture spontanée des kystes sous-conjonctivaux, et par conséquent de la disparition inaperçue des vésicules qu'ils renferment.

C'est ce qui serait incontestablement arrivé sur l'enfant dont il s'agit, où, sous l'influence d'une quinte de coqueluche dont elle était atteinte, le kyste suppuré se fût certainement ouvert spontanément et eût été perdu pour la statistique.

Les suites furent des plus simples, et après avoir excisé le plus possible du kyste avec une pince et des ciseaux, le reste fut abandonné à la suppuration, et l'enfant ramenée chez elle avec une simple bande et de l'eau froide sur l'œil; la guérison était parfaite lorsqu'on reconduisit l'enfant au bout de quinze jours, et c'est à peine s'il y avait sur la conjonctive bulbaire, une cicatrice adhérente.

M. NICATI

de Marseille

LA MYOPIE DANS LES ÉCOLES DE MARSEILLE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Nicati fait une communication sur la myopie dans les écoles de Marseille. De ses recherches qui ont porté sur 3,434 yeux, il résulte : 1° Que les myopes, sont plus nombreux, à conditions égales, dans les écoles israélites que dans les écoles chrétiennes ; 2° Que le nombre des myopes est plus grand chez les individus aux yeux bleus ou gris que chez les individus aux yeux noirs ou bruns ; 3° Que l'affaiblissement de l'acuité visuelle favorise extraordinairement le développement de la myopie ; 4° Que le nombre des myopes est vraiment énorme parmi les internes du lycée et qu'il y a lieu d'abandonner complètement les salles d'études de ce bâtiment, dont la construction est très défectueuse ; 5° Enfin que l'internat est favorable au développement de la myopie.

DISCUSSION

M. Thaon, rapprochant les chiffres cités par M. Nicati et ceux notés par Cohn, à Breslau, fait remarquer que la myopie est aussi fréquente dans les écoles de Marseille, qui est un pays de vive lumière, que dans le Nord. Il y a donc, dans ces cas, d'autres éléments étiologiques.

M. BERTIN

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

LE NOUVEL HOPITAL DE MONTPELLIER

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Bertin présente les plans du nouvel hôpital qui va être construit à Montpellier, suivant les avis d'une commission médicale, désignée par la municipalité. Situé au nord de la ville, à 1,700 mètres des boulevards, il sera formé de pavillons isolés, parallèles, à grand axe perpendiculaire à la ligne de plus grande pente, reliés entre eux par des galeries couvertes et ouvertes ; au centre, sont les services généraux, avec établissement d'hydrothérapie et

bains d'air comprimé; à l'extrémité (au N.) sont les pavillons des infectieux; à l'autre, la maternité. Fait pour 800 lits, l'hôpital ne contiendra pas plus de 700 malades, dans des salles de 28 lits, en un seul étage sur soubassement inoccupé, de 2m,20; ayant 31 mètres de longueur sur 8 mètres de largeur et 5m,25 de plus grande élévation, la voûte étant ogivale. Il y aura des pavillons d'attente, de convalescents, de rechange. L'hôpital sera relié par des tramways et des téléphones avec la ville et l'hôpital général, où sera le bureau central de réception des malades.

M. le Dr MATTEI

Professeur libre d'accouchements à Paris.

NOTICE HISTORIQUE SUR L'ÉCOLE DE MONTPELLIER CONSIDÉRÉE SOUS LE RAPPORT DE L'OBSTÉTRIQUE (1)

(EXTRAIT)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Divers auteurs, et en particulier Velpeau, ayant dit que l'école de Montpellier s'est peu occupée de l'obstétrique, M. Mattei, qui appartient autant à l'école de Paris qu'à celle de Montpellier, a profité de la réunion du Congrès dans cette dernière ville pour démontrer par l'histoire que l'école de Montpellier a plus fait qu'on ne pense sous le rapport obstétrical.

L'école de Montpellier, la première qui se soit occupée sérieusement en France des sciences médicales, enseignait dès les XIIIe et XIVe siècles ce qui touche à l'obstétrique, comme nous le prouvent les ouvrages de Gordon et Guy de Chauliac.

La prospérité de cette école augmentant toujours, elle parvint à fournir des médecins et des professeurs même aux rois de France et à l'école de Paris (Jean Chapelin, François Miron, Jean Majipe, Rabelais, etc.), parmi lesquels, au XVIe siècle, Silvius écrivit sur la menstruation, Rousset sur l'opération césarienne, Paul Portal vint même exercer honorablement l'obstétrique au milieu des accoucheurs de Paris. Rondelet, Hucher, Varendée, Ranchin, Lazare, Rivière continuèrent à enseigner à Montpellier l'obstétrique pendant le XVIIe siècle, en la faisant entrer dans le cadre général de la médecine et en lui conservant le caractère hippocratique.

Au XVIIIe siècle, l'école de Montpellier fournit à la cour de France et même à l'école de Paris des professeurs distingués (le baron Portal, Lapeyronie)

(1) Le bureau devant lequel cette lecture a été commencée n'ayant pas voulu la laisser achever et la commission de publication n'ayant pas voulu reproduire le mémoire *in-extenso* à cause du caractère purement historique qu'il présente et qui ne rentre pas dans l'esprit de nos comptes rendus, on n'en donne ici qu'un court résumé.

parmi lesquels des accoucheurs tels que Astruc, Lacombe, Solayres. Lapeyronie légua par testament les moyens d'ériger, au collège de chirurgie de Paris, cinq nouvelles chaires, dont deux d'accouchements. Solayres exposa dans les cours des idées qui ont régné longtemps et forma des élèves qui ont illustré depuis l'école de Paris, Baudelocque entre autres. A Montpellier, pendant ce temps, Eloy publiait un manuel d'accouchement, et Fizelard écrivait sur les maladies des femmes.

Au commencement du XIXe siècle, Delpech faisait entrer, à Montpellier, l'osbtétrique dans le cadre de la chirurgie, comme les anciens médecins la faisaient entrer dans le cadre de la médecine, pendant que Vigarous écrivait sur les maladies des femmes et Baumes sur les maladies des enfants.

Après la réorganisation des écoles, celle de Montpellier ne devait plus, comme par le passé, nommer ses professeurs par la voie du concours, ce fut le gouvernement qui les nomma et Paris lui envoya Dugès. Du reste, Montpellier manquait d'un élément indispensable, la clinique obstétricale, et c'est le professeur Delmas qui la commença; le professeur Dumas l'a encore mieux établie depuis, et de nos jours, nous voyons le professeur Courty ne pas seulement s'occuper avec succès des maladies des femmes, il a publié sur cette matière un ouvrage désormais classique, comme les travaux de Coste, qui est venu aussi de Montpellier, sont devenus classiques pour l'embryologie.

M. JAUMES

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

PROCÉDÉ A EMPLOYER POUR RELEVER LES EMPREINTES SUR LE SOL (1)

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. Jaumes expose d'abord le procédé mis en usage par M. Hugoulin, pharmacien en chef de la marine, à Toulon, et décrit par lui dans les *Annales d'hygiène et de médecine légale*, en 1850; — il fait ressortir les mérites et les avantages de ce procédé; mais il en signale ensuite les inconvénients qui consistent principalement dans les dangers de détérioration, de cassure auxquels l'empreinte est exposée dans les diverses manipulations dont elle est l'objet.

Pour parer à ces inconvénients, M. Jaumes propose, tout en conservant le point de départ du procédé de Hugoulin, de le modifier de la façon suivante :

L'empreinte, une fois solidifiée au moyen de l'acide stéarique, la

(1) Voir le mémoire *in extenso* qui a paru dans *Montpellier médical*, tome XLIV, et dans *Ann. d'hyg. publ. et de méd. lég.*, février 1880.

surface en est lubrifiée au moyen d'un corps isolant, de l'huile par exemple, et on y coule du plâtre gâché qui reproduit les détails dessinés sur l'empreinte par le corps dont l'impression sur le sol a produit l'empreinte. Le plâtre, en se solidifiant, reproduit la forme, l'image du corps qui a déterminé l'empreinte.

M. Jaumes énonce ensuite les résultats des expériences poursuivies dans son laboratoire à l'aide de la parafine, de la colophane, etc., pour consolider l'empreinte ; de l'eau savonneuse, de l'œuf légèrement battu, comme corps isolant ; de la parafine comme substance à mouler.

M. Jaumes soumet à la Société une série de pièces obtenues soit à l'aide du procédé proprement dit de Hugoulin, soit à l'aide de ce procédé modifié ainsi qu'il vient d'être dit.

DISCUSSION

M. Milliot rappelle un moyen qu'il a présenté à l'Académie de médecine en 1868 et qui consiste à se servir du caoutchouc ramolli ou dissous pour prendre les empreintes.

M. Jaumes fait remarquer que ce procédé ne peut pas servir pour les empreintes fugaces qu'il a eues spécialement en vue.

M. ROUSTAN

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier.

DE LA SALPINGOTOMIE

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Lorsqu'un malade atteint de surdité se présente à nous, nous nous préoccupons tout d'abord de l'état de la trompe d'Eustache, et nous cherchons par tous les moyens à la rendre aussi perméable que possible, persuadés avec raison que nous arriverons de la sorte à la guérison plus facile des lésions si nombreuses de l'oreille moyenne ; soit par la circulation de l'air et des liquides pathologiques, soit aussi par la possibilité d'utiliser cette perméabilité dans un but thérapeutique par l'injection ou l'insufflation de liquides ou de gaz dissous.

Que trouvons-nous dans la pratique pour remplir ces indications ? rien ou presque rien. En quoi les insufflations par les divers procédés remédient-elles au rétrécissement de la trompe d'Eustache ? Elles renouvellent momentanément l'air de la trompe, et souvent l'amélioration qu'elles amè-

nent est aussi passagère qu'elles : en tous cas elles dilatent très peu la trompe d'Eustache ; le cathétérisme lui-même donne très peu de résultat, avec une sonde cylindrique et toujours du même calibre.

Examinant un jour l'orifice nasal de la trompe d'Eustache et cherchant à faciliter l'introduction des médicaments dans l'oreille moyenne, je fus frappé de la grande dilatation qu'on obtient par la salpingotomie. La lèvre postéro-interne semble le lieu d'élection pour cette opération et son incision donne la dilatation la plus grande ; de plus toute la face postéro-interne de la portion cartilagineuse de la trompe est libre dans le larynx, elle n'est séparée de ce dernier que par la muqueuse, qui n'est point doublée en cet endroit d'une couche épaisse de tissu cellulaire. De ce côté l'hémorrhagie est moins à craindre que des autres. On pourrait faire porter l'incision sur la membrane fibreuse, dans le but de ne point atteindre le cartilage, si la lésion de ce dernier présentait des inconvénients ; il faudrait alors chercher à l'atteindre tout à fait à sa partie inférieure, c'est-à-dire à son insertion sur le bord postérieur et interne du cartilage de la trompe. Sur le cadavre, la dilatation obtenue par la section de cette partie est beaucoup moindre que la dilatation obtenue par la section de la lèvre postérieure ; de plus en ce point on risque davantage de provoquer une hémorrhagie ; enfin toute la lèvre postéro-externe est enterrée dans du tissu cellulaire qui risquera de s'enflammer et de suppurer.

Je ne puis donner ici que des raisons théoriques pour l'adoption de telle ou telle manière de faire, il est bien entendu que la clinique devra trancher la question et avoir le dernier mot.

Je vais rappeler en quelques lignes les notions anatomiques précises nécessaires à l'intelligence de ce sujet. La trompe d'Eustache présente une longueur de $0^m,035$ à $0^m,040$ millimètres, sur lesquels la portion cartilagineuse compte pour $0^m,024$ à $0^m,028$ millimètres. Cette dernière nous intéresse surtout, elle forme un cône aplati de dehors en dedans et d'avant en arrière ; on peut lui distinguer deux faces : l'une *antéro-externe*, cachée, enfouie dans les tissus, répond au muscle péristaphylin externe, auquel elle fournit des points d'attache et qui la sépare du muscle ptérigoïdien interne ; elle répond aussi au bord postérieur de l'aile interne de l'apophyse ptérygoïde, bord qui est d'ordinaire légèrement échancré dans sa moitié supérieure, comme pour s'adapter à la saillie de la trompe.

L'autre *postéro-interne* n'est séparée du pharynx que par la muqueuse ; elle est si superficielle qu'on pourrait à la rigueur l'exciser avec facilité si l'indication s'en présentait ; en tous cas l'incision arrive sans peine à la diviser en entier.

Le cartilage forme une gouttière dirigée en bas et en dehors ; le bord antéro-externe descend moins bas et est plus épais que le bord postéro-

interne. La lame fibreuse qui réunit ces deux bords occupe donc la plus grande partie de la paroi antéro-externe.

La muqueuse très adhérente à la portion cartilagineuse l'est peu à la portion osseuse. Les glandes très nombreuses sur le pavillon le deviennent moins à mesure qu'on se rapproche du point de jonction des deux cônes. Enfin le réseau lymphatique lui-même paraît d'autant plus riche qu'on se porte davantage vers le pharynx. La muqueuse des pavillons est moins vasculaire en arrière qu'en avant et en bas.

Ces conditions anatomiques expliquent la fréquence des obstructions de la partie cartilagineuse de la trompe pour lesquelles la salpingotomie, bientôt, j'ose l'espérer, sera le moyen curateur le plus ordinairement employé ; avec elle l'insufflation dans l'oreille moyenne deviendra inutile puisque la cause matérielle de l'obstruction aura disparu, puisque la circulation de l'air redeviendra facile et normale à travers la trompe d'Eustache agrandie. A ce propos je dois ici distinguer l'obstruction absolue de l'obstruction relative; la première est beaucoup moins commune qu'on ne le suppose; tandis que la deuxième se rencontre beaucoup plus souvent à l'occasion d'une inflammation de la cavité nasopharyngienne ou de la caisse du tympan. L'obstruction relative existe dans toutes les otites moyennes avant même la propagation de l'inflammation à la muqueuse de la trompe. Nous voulons dire que le conduit qui suffit à la circulation de l'air à l'état normal, devient trop étroit pour la circulation des liquides pathologiques qui prennent alors naissance. Beaucoup d'otites moyennes ne sont graves que par la difficulté que rencontre l'élimination du pus; ce dernier, même en très faible quantité, devient pour la caisse un corps étranger, origine d'accidents que l'on décrit comme les symptômes de son inflammation. Il sera donc de la plus grande utilité, au début d'une otite moyenne, d'agrandir par la salpingotomie la voie de communication de cette cavité avec la cavité nasale afin que l'air entrant plus facilement et en plus grande quantité dessèche la muqueuse malade, diminue la sécrétion du pus et entraîne librement à l'extérieur celui qui vient de se former.

Si nous examinons mieux ce qui se passe en réalité, nous verrons que le plus souvent l'otite s'accompagne de salpingite, avec gonflement de la muqueuse et diminution du calibre du canal. Les insufflations d'air par la sonde, par le politzer ou par le vasalva sont impossibles ou nuisibles parce qu'elles ne trouvent pas le chemin suffisamment libre.

Par la salpingotomie on préparera la voie aux insufflations gazeuses ou liquides, si efficaces quand on peut les bien faire : on facilitera la mobilisation de la membrane du tympan et des osselets, ce qui sera aussi utile pour le diagnostic que pour le traitement.

Quant à l'obstruction absolue, tout le monde sait que si elle se pro-

longe elle peut compromettre la fonction auditive par l'ankylose des osselets, l'atrophie des muscles et des membranes du tympan. Les insufflations retardent ces mauvaises conséquences, mais elles ne remplissent en aucune manière l'indication causale, elles ne font en rien disparaître l'obstruction.

J'ai fait construire un salpingotome chez M. Charles Dubois, fabricant d'instruments à Paris, 31, rue Saint-André-des-Arts. Il se compose d'une sonde d'Itard ordinaire, creusée dans toute sa longueur d'une cannelure qui occupe la convexité, mais qui pourrait être placée sur la face interne si on voulait faire porter l'incision sur le deuxième point d'élection que j'ai indiqué. A quatre centimètres de son extrémité, elle porte deux plaque destinées à cacher la lame et à protéger les tissus. Dans la cannelure s'engage un mandrin ayant à son extrémité une lame tranchante; ce mandrin porte un talon qui en s'arrêtant au niveau du pavillon de la sonde limite le mouvement de retour de la lame et assure son séjour entre les lames protectrices dont nous avons parlé plus haut.

Avec cet instrument, rien n'est plus simple que la salpingotomie : après avoir introduit l'instrument dans le pavillon de la trompe aussi profondément que possible, on fixe d'une main la sonde et de l'autre on pousse le mandrin ; les deux mains doivent pousser à la fois pour ne pas s'exposer à retirer la sonde en enfonçant la lame cachée.

Il est utile de faire le cathétérisme pendant deux ou trois jours pour exagérer la dilatation, éviter la réunion des lèvres de l'incision, en un mot retirer de l'opération tout le profit possible. On pourrait encore ajouter la dilatation par des sondes d'un volume croissant graduellement.

M. J. PARROT

Professeur à la Faculté de médecine, membre de l'Académie de médecine.

SUR LE PLATEAU DES ORIFICES ARTÉRIELS DU CŒUR

— Séance du 1er septembre 1879. —

I

En 1876 (1), j'ai fait connaître (2) une disposition du centre circu-

(1) Sur le plateau de l'aorte et de l'artère pulmonaire, dans quelques espèces animales. (*Gaz. méd.* 1876, p. 195.)

(2) Parchappe est, à ma connaissance, le seul auteur qui l'ait entrevue sur le cœur du dindon. — « Le calibre de l'aorte, dit-il, s'élargit notablement au-dessus de son orifice, et les sinus sigmoïdes sont considérables. La valvule sigmoïde antérieure repose sur le bord supérieur du ventricule, qui forme le plancher du sinus correspondant. (*Du cœur, de sa structure et de ses mouvements*, p. 168. Paris, 1848.)

latoire, sur laquelle je me propose de fournir aujourd'hui des indications plus complètes.

Les valvules sigmoïdes de l'aorte, lorsqu'on les envisage au point de vue topographique, peuvent être qualifiées de droite, de gauche et de postérieure, et cela tout aussi bien chez les animaux que sur l'homme ; mais tandis que sur ce dernier, elles interceptent entre les vaisseaux et leur propre paroi, un angle dièdre; dans certaines espèces animales, il existe entre l'aorte et les valvules, non plus un espace angulaire, mais une large surface plane qui a la forme d'un segment de cercle, dont la circonférence répond à l'artère, tandis que la ligne droite qui le détermine est représentée par l'insertion de la valvule, sur un bourrelet saillant que forme la cloison à la région supérieure du ventricule gauche. — C'est cette surface musculaire que j'appelle le *Plateau aortique*. — L'endocarde la revêt, n'ayant pas d'ailleurs sur tous les points la même épaisseur.

La mesure du plateau, c'est-à-dire celle de la saillie qu'il fait dans la cavité de l'aorte, est représentée par la perpendiculaire, menée du milieu de la ligne d'insertion de la valvule jusqu'à la paroi artérielle. Pour la prendre, je me sers habituellement d'une glissière, munie d'un vernier, qui donne le dixième de millimètre. Sur un cheval j'ai trouvé que celui de la valvule droite était de 26 millimètres; et sur un autre, de 25. — Pour bien étudier le plateau, il faut, au niveau de sa partie médiane, pratiquer une coupe perpendiculaire à la cloison qui sépare les ventricules. Elle fait voir que ce sestum, surtout dans sa région supérieure, est constitué par deux couches musculaires adossées et intimement unies l'une à l'autre, ce qui pourtant n'empêche pas de les distinguer; la direction de leurs fibres, leur couleur et leur densité, étant très différentes. En effet, tandis que la gauche est dense, d'un rouge assez foncé et faite de fibres à peu près perpendiculaires à l'axe du ventricule; celle de droite est plus pâle, d'une texture plus lâche et formée de faisceaux parallèles à l'axe ventriculaire. — La part que chaque ventricule prend à la formation de cette paroi, est très inégale et proportionnée à sa puissance. Sur un cœur de cheval, dont la cloison avait 36 millimètres d'épaisseur, 20 millimètres appartenaient au ventricule gauche et 16 au droit. — Le plateau est exclusivement formé par la couche gauche de la cloison.

Le nombre des plateaux est variable pour chaque espèce animale, et même, dans des cas d'ailleurs assez rares, pour les différents individus d'une même espèce. Sur un cœur de bœuf, j'ai trouvé un plateau droit de 22 millimètres, bombé au centre, et un autre correspondant à la valvule gauche, mais de 7 millimètres seulement. — Le cœur d'une girafe femelle, qui pesait 1,844 grammes, avait trois plateaux : un droit de 13 millimètres, un gauche de 6 et un postérieur de 5.

Les sigmoïdes droites et gauche du chien ont un plateau. Dans quelques cas rares, la postérieure en est également pourvue. Le chevreuil en a toujours deux, dont les dimensions sont très inégales. Sur un cœur qui pesait 160 grammes, le droit avait 7 millimètres et le gauche 2.

Chez les oiseaux le plateau atteint son développement maximum, car non-seulement il y a une surface considérable, eu égard, bien entendu, au poids et au volume du cœur, mais ce qui est très remarquable et distingue cette classe de toutes les autres, c'est que chaque valvule en est pourvue.

Voici quelques exemples :

	Poids du cœur	Plateaux		
	gr.	D.	G.	P.
Cigogne	12.50	3.7	3.»	3.»
Buse.	9.5	3.2	2.5	2.»
Pie.	2.15	1.5	1.2	0.8
Faisan.	6.50	3.»	2.2	1.4

Cette saillie considérable des plateaux à l'orifice aortique des oiseaux a pour résultat de l'oblitérer presque complètement, du moins quand le cœur est en rigidité cadavérique.

Les valvules de l'artère pulmonaire sont également munies de plateaux ; mais à part quelques exceptions, ils sont moins saillants, moins robustes, moins fermes que ceux de l'aorte, dont ils se distinguent surtout par leur direction qui, dans un très grand nombre de cas, est celle d'un plan incliné de haut en bas, et de la paroi artérielle vers le ventricule.

II

La constance du plateau cardiaque dans certaines espèces animales, ne peut laisser aucun doute sur son importance ; et l'on doit admettre, *à priori*, que dans la circulation de ces êtres, il joue un rôle qui est commandé par leur genre de vie et leur organisation.

Un simple coup d'œil jeté sur la liste, d'ailleurs très restreinte, des animaux dont j'ai parlé, montre que leur masse est considérable, ou bien qu'ils sont obligés à des efforts musculaires rapides, puissants et prolongés. — A la première catégorie appartiennent le bœuf, le cheval, la girafe ; à la seconde, le chevreuil, le chien, les oiseaux. On va voir que chez tous, bien que pour des raisons différentes, le cœur est soumis aux mêmes exigences. En effet : chez les grands animaux, à chaque systole ventriculaire, une masse énorme de sang doit être répartie sur une surface très étendue ; aussi le cœur est-il volumineux, puissant, et l'aorte d'un diamètre et

d'une épaisseur équivalents. Car ce vaisseau joue le rôle d'un ressort, qui tendu à chaque systole ventriculaire, rend en se détendant et en pressant sur son contenu, la force qui lui a été communiquée par le cœur. En sorte que la pression déterminée par l'élasticité aortique est proportionnelle à la force impulsive du cœur; et lorsque celle-ci exige un muscle robuste, l'autre ne peut se passer de parois artérielles, épaisses et résistantes.

Mais si les parois cardiaques et aortiques peuvent s'épaissir sans limite, il n'en est pas de même des valvules sigmoïdes, qui ne sauraient fonctionner sans une souplesse parfaite. Or celle-ci est incompatible avec la résistance qu'elles devraient avoir chez les animaux précédemment indiqués, si une disposition anatomique ne leur venait en aide. Cette assistance, c'est précisément le plateau qui la réalise, et de la manière la plus efficace.

En effet, sur le cœur du cheval, par exemple, le plateau correspond à la région droite, c'est-à-dire à celle qui par la courbure aortique, reçoit l'effort principal du choc en retour de la colonne sanguine. C'est lui que cette colonne comprime tandis que la valvule n'a de cette secousse, pour ainsi dire, que l'écho.

Chez les animaux coureurs de taille moyenne ou petite, comme le chien ou le chevreuil, ce n'est plus l'étendue du cercle à parcourir qui exige un ressort aortique puissant; c'est, durant la course, une irrigation active des muscles, alors que par leur contraction, ils opposent une grande résistance au sang qui les parcourt. Pour cela, ces mammifères ont un ventricule gauche et une aorte dont l'épaisseur considérable serait disproportionnée à la minceur des valvules sigmoïdes, si une plate-forme charnue ne venait en aide à celles-ci.

Tout ce que je viens de dire des animaux coureurs s'applique, *à fortiori*, aux oiseaux. Pour la plupart d'entre eux, le travail musculaire est en effet bien autrement considérable que pour les premiers; aussi leur muscle cardiaque est-il doué d'une vigueur exceptionnelle, et leur aorte a-t-elle une épaisseur qui surprend toujours, quand on la compare à son propre calibre et au volume du cœur. Dans un tel état, si les valvules sigmoïdes étaient constituées assez puissamment pour résister à elles seules à la pression du sang, non seulement elles auraient perdu toute souplesse, mais encore elles mettraient obstacle au passage du sang.

C'est donc chez les oiseaux que la nécessité du plateau apparaît avec toute son évidence; aussi chaque valvule en est-elle pourvue.

Les plateaux de la pulmonaire, constituent, comme ceux de l'aorte, des organes de secours; ils aident les valvules à supporter la pression, parfois considérable, du sang qui doit traverser les poumons.

Chez les mammifères ils sont plus fréquents, plus larges et plus nombreux que sur les cœurs d'oiseaux où ils n'existent qu'à l'état rudimentaire. Je ne puis expliquer cette différence, que par la disposition de l'appareil respiratoire de ces derniers, si différent de celui des autres. La vaste étendue qu'il occupe, son immobilité relative, l'absence de diaphragme, mettent, en effet, sa circulation à l'abri des changements considérables et brusques, qui résultent, chez les mammifères, de conditions opposées.

III

Si les considérations qui précèdent ne sont pas de pures hypothèses, si le plateau est l'organe d'une véritable fonction, et si cette fonction est bien celle que je lui ai assignée, on doit pouvoir dire d'avance si le cœur d'un animal, dont on connaît le genre de vie, est pourvu de plateaux, et fixer approximativement leur nombre et leurs dimensions. — Et d'un autre côté, un cœur étant donné, sans aucune indication sur sa provenance, on doit à la seule inspection de ses orifices artériels, dire s'il appartient à un oiseau ou à un mammifère; et dans ce dernier cas, s'il s'agit d'un coureur. Dans les nombreuses recherches que j'ai faites, j'ai vu mainte fois se vérifier mes prévisions, basées sur les notions précédentes.

Il était aisé de prévoir, par exemple, que les singes ne devaient pas avoir de plateau. C'est ce qu'il m'a été donné de vérifier sur :

3 macaques;
1 cynocéphale nègre;
3 cébus.
1 ouistiti.

Il est vrai que tous ces animaux sont de petite taille; mais je ne doute pas, en m'appuyant sur ce que l'on observe chez l'homme, que le cœur des singes anthropomorphes, le gorille, l'orang, le chimpanzé, ne soit dépourvu de plateaux; ou que du moins cet organe y soit réduit à de très minimes proportions.

Le lion n'a que des plateaux peu saillants; sur trois cœurs étudiés à ce point de vue, le plus large ne dépassait pas 4 millimètres. — C'est que le lion n'a pas une taille qui exige la présence de larges plateaux; et puis ce n'est pas, à proprement dire un animal de course. Il est capable de faire, coup sur coup, des bonds puissants, mais il est bien loin de courir aussi vite et aussi longtemps que les animaux dont il fait sa proie. On sait en effet qu'il les prend non de vitesse, mais par surprise.

J'ai vu un cœur de guépard qui était complètement dépourvu de pla-

teau. Je suis persuadé que si ces études sont continuées, elles feront voir que tous les félins, y compris les plus grands, tels que le tigre, sont dans le même cas que le lion. — Ce n'est pas qu'ils ne puissent courir; ils le peuvent, même avec rapidité, mais non d'une manière continue. Ils courent comme le fait l'homme. Chez eux la course n'est pas une allure habituelle, c'est un accident. D'ordinaire, ils marchent silencieusement, avec lenteur et prudence.

Parmi les autres animaux dépourvus de plateau, je signalerai la fouine, le furet, le kanguroo géant. — Chez la loutre, l'aorte n'en a pas, mais l'on en trouve à l'orifice de la pulmonaire. — Les habitudes de ces carnassiers rendent facilement compte de cela. — Par contre, le renard, le lièvre, le lapin, ont des plateaux, on devait bien le prévoir.

Ces organes, chez les mammifères marins, atteignent souvent des proportions considérables. Sur le cœur d'un dauphin j'ai trouvé que ceux de l'aorte avaient : le droit 15^{mm}, le gauche 11 et le postérieur 8. — Sur un phoque, ces dimensions étaient moins considérables, puisqu'elles étaient représentées par les chiffres 6, 2 et 1, 5.

IV

Parmi les animaux qui n'ont pas de plateau, j'ai signalé quelques singes, mais je n'ai pas parlé de l'homme, lui réservant un chapitre spécial.

A ce point de vue, il ne diffère pas des autres primates. Sur son cœur, les valvules de l'aorte s'insèrent directement à la partie inférieure des sinus de Vasalva. Celles de la pulmonaire s'attachent sur le muscle, mais sans que celui-ci fasse la moindre saillie à ce niveau. — Chez un certain nombre d'enfants au-dessus d'un an, on constate un plateau aortique des plus nets, formé par le relief de la cloison. Rarement il atteint 2 millimètres. Cette différence entre l'adulte et l'enfant, ne peut surprendre, quand on songe aux changements que l'évolution imprime au cœur dans sa forme, son épaisseur et sa puissance, notablement supérieures durant les premières années de la vie, à ce qu'elles seront plus tard. Aussi n'est-il pas rare de constater chez l'enfant, dans le ventricule gauche, une saillie de la cloison, assez considérable pour constituer un plateau, mais elle ne tarde pas à disparaître. Ici donc, comme en d'autres circonstances, l'être humain, en s'éloignant de l'époque de sa formation, voit se rompre les liens qui le rattachaient aux autres rameaux de l'animalité.

Mais si le plateau n'existe pas à l'état physiologique chez l'homme adulte, il peut s'y développer sous l'influence de la maladie ; et je l'ai constaté sur des cœurs atteints d'hypertrophie du ventricule gauche.

Tous ceux que j'ai étudiés présentaient en même temps une insuffisance des valvules sigmoïdes de l'aorte. — Dans un de ces faits, où la cloison interventriculaire avait deux centimètres d'épaisseur, l'aorte étant très athéromateuse, au-dessus des sinus de Vasalva, il y avait, au niveau de la valvule droite, un plateau dont la saillie apparente était de 6 millimètres, tandis qu'en le mesurant, d'après les règles que j'ai indiquées plus haut, il n'en avait en réalité que quatre.

Ce cas et ceux analogues qu'il m'a été donné d'étudier me permettent de dire que deux conditions sont nécessaires au développement du plateau morbide ; à savoir : une hypertrophie de la cloison interventriculaire et une souplesse, du moins relative, des parties de l'aorte et de la valvule, qui constituent le nid de pigeon.

Lorsque cette région est indurée et partant immobilisée, il n'y a pas de plateau, même avec une hypertrophie considérable.

Le développement du plateau, dans les formes d'hypertrophie que je viens d'indiquer, me semble pouvoir être expliqué de la manière suivante : En augmentant de volume, sous l'influence du travail excessif qui incombe au ventricule gauche, la cloison interventriculaire se porte tout à la fois en dedans et en haut. Sa partie supérieure et interne, qui a la forme d'un angle arrondi, pénètre entre les deux feuillets de l'endocarde constitutifs de la valvule, qui subissent eux-mêmes une élongation et un épaississement, grâce auxquels ils peuvent supporter ces modifications topographiques.

De la sorte se trouve constitué le plateau morbide, formé par la paroi du ventricule gauche, coiffé par l'endocarde. Dans l'ordre pathogénique, il doit être mis à côté de l'hypertrophie, parmi les accidents deutéropathiques. Comme elle, il constitue un bien. C'est un secours qui, en exécution des lois de la physiologie, vient en aide à l'organisme troublé par l'affection organique du cœur.

Il n'est pas sans intérêt de voir la maladie abaisser le cœur de l'homme au niveau de celui d'espèces animales qui sont bien loin de lui sur l'échelle zoologique ; — de constater que chez l'homme malade, comme chez les animaux sains, le plateau répond à un même besoin, remplit une même fonction ; et dans l'un et l'autre cas, joue le rôle d'un organe de secours ; — de saisir enfin un de ces traits d'union qui rattachent les maladies à des conditions physiologiques.

M. CORIVEAUD

de Blaye.

OBSERVATION D'UN CAS D'ICHTHYOSE CORNÉE

(EXTRAIT)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Coriveaud expose l'observation d'un cas d'ichthyose cornée probablement unique par sa généralisation. En effet, le cas le plus célèbre de ce genre de monstruosité est celui des frères Lambert qui avaient d'indemnes la face, les mains et les pieds, tandis que la jeune E. D*** a la surface cutanée, absolument recouverte dans sa totalité d'écailles épidermiques en forme de piquants arrondis, coniques ou pointus, dont la longueur varie suivant les régions. Cette monstruosité est congénitale; dès sa naissance l'enfant avait le corps recouvert d'écailles qui s'enlevaient, dit l'accoucheuse, sous forme de farine mouillée. D'ailleurs intégrité absolue de la santé générale, croissance normale, etc.

Un point curieux de cette observation est l'absence de toute cause étiologique quelconque : dans la famille très nombreuse de cette enfant, aucun des membres n'ayant jamais eu une maladie de la peau. L'observation entière sera publiée avec reproduction du sujet par la gravure dans un volume.

M. E. TISON

Docteur ès-sciences naturelles à Paris.

RELATION D'UN CAS D'ATHÉTOSE DES MEMBRES INFÉRIEURS GUÉRIS PAR LES COURANTS CONTINUS

(EXTRAIT)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Le 18 février 1879, j'ai présenté à la Société de Biologie, l'observation d'un cas d'athétose du membre inférieur. Je viens la compléter aujourd'hui en y ajoutant certains détails et en donnant quelques renseignements particuliers sur le traitement qui a amené la guérison.

Le 3 novembre 1878, je vis, pour la première fois, M. L... Il est âgé de trente-trois ans et présente toutes les apparences d'une bonne constitution. Parmi les antécédents, deux points doivent être signalés, à cause d'une relation possible et peut-être probable avec l'affection actuelle. Vers l'âge de cinq ans,

M. L... a eu le pied gauche brûlé par de la soupe très chaude, accident qui n'a pas été bien grave puisqu'aujourd'hui on ne constate aucune cicatrice. A l'âge de vingt ans, au mois de janvier, le côté gauche de la face se trouva paralysé, pour ainsi dire inopinément, car il n'y eut ni douleur, ni embarras de la parole, ni gêne d'aucune sorte.

Notre malade ne fut averti de ce nouvel accident que par ses camarades qui lui firent remarquer, pendant une promenade, qu'il avait la bouche et la figure de travers. J'insiste ici pour dire que ce fut le côté gauche de la figure qui fut atteint, car, lors de la présentation de cette observation à la Société de Biologie, j'ai dit que c'était le côté droit. Malgré l'insistance que j'avais mise, auprès du malade, pour bien fixer ses souvenirs il m'avait toujours affirmé que c'était le côté droit, mais quelques mois plus tard il est venu m'affirmer que c'était le côté gauche, ses parents et ses amis auxquels il s'était adressé pour bien fixer ce point, le lui ayant assuré d'une façon qui ne laissait pas de doute. Si j'insiste, c'est que l'observation a été reproduite par *la Gazette des Hôpitaux* (n° 11, 28 janvier 1879) et, à cause de la nouveauté de l'affection, il est important qu'il ne subsiste aucun doute dans le cas actuel.

Cette paralysie faciale *gauche* céda à un repos de deux mois, sans autre traitement que l'application à la tempe, dès le début, de deux ou trois vésicatoires. Il n'y eut aucune suite fâcheuse; la motilité, la sensibilité et l'intelligence restèrent ce qu'elles étaient auparavant. Aussi M. L... que cet accident ne préoccupa en aucune sorte, put-il terminer ses études et devenir professeur sans le moindre inconvénient.

Mais cinq ans plus tard, à l'âge de vingt-cinq ans, et il y avait par conséquent huit ans lorsque je fus consulté, des mouvements involontaires se firent sentir dans les trois derniers orteils du *pied gauche*. Ces mouvements ont persisté depuis en s'aggravant peu, il est vrai, mais ils inquiètent et tourmentent le malade et c'est à ce sujet qu'il réclame un traitement.

Ces mouvements, qui sont la partie intéressante de cette observation, se produisent d'une manière continue et sans provocation d'aucune sorte, que le malade soit assis, le pied gauche reposant à plat sur le sol, ou maintenu en l'air; soit debout dans les deux situations analogues. Toutefois, si on fait tenir le malade debout, de manière que la plante du pied repose exactement sur le sol, les mouvements ont une étendue moindre que si le pied appuie uniquement sur le talon. Je n'ai jamais pu savoir s'ils persistaient pendant le sommeil.

La volonté ne paraît point avoir sur eux d'influence appréciable, ils continuent même quand on détourne l'attention ou qu'on la fixe par une conversation intéressante, soutenue et étrangère à la maladie. Au premier aspect, ces mouvements ont une apparence bizarre et leur analyse ne paraît pas facile. Ce sont comme des mouvements simultanés d'extension et d'abduction, puis d'adduction. Les trois orteils se redressent pour se diriger ensuite en dehors par une progression lente qu'on ne peut mieux comparer qu'à un mouvement vermiculaire. Il y a là comme une sorte de torsion externe et les orteils revien-

nent à leur position première pour recommencer immédiatement une nouvelle révolution.

Ces mouvements ont pour siège principal les trois orteils externes du pied gauche : ils affectent aussi, mais légèrement, le deuxième. Ils sont accompagnés d'une sensation particulière, indéfinissable qui a son siège dans tout le côté gauche, y compris le membre inférieur et le membre supérieur. La plante et le dos du pied, du même côté, donnent au malade une sensation d'engourdissement accompagnée de fourmillements constants.

La marche est naturelle, elle n'est ni entravée ni empêchée par les phénomènes que je viens de décrire.

La sensibilité examinée dans tous ses modes ne permet de constater aucune différence entre le côté droit et le côté gauche. Ainsi pas d'anesthésie, ni d'analgésie ; aucune insensibilité au toucher, au chatouillement, au pincement, à la piqûre, au froid, au chaud. Les pressions plus ou moins énergiques le long de la colonne vertébrale ne déterminent aucune douleur. Pas de céphalalgie, ni de rachialgie. Les fonctions digestives s'accomplissent régulièrement. La face ne présente aucune trace de l'ancienne paralysie ; pas de déformation dans les traits, les commissures labiales et la langue. Les deux côtés de la figure sont aussi semblables que possible. Pas d'inégalité dans la dilatation des pupilles ; vision normale et régulière. Le malade se sert depuis longtemps de verres biconcaves n° 15 pour remédier à une myopie peu prononcée.

Sa seule préoccupation est une certaine inquiétude que lui causent ces mouvements involontaires des orteils du pied gauche, mouvements assez prononcés parfois pour détourner son attention et le distraire de ses occupations habituelles. C'est une préoccupation assez grande pour l'avoir empêché jusqu'à présent d'accepter une position définitive.

Notons maintenant les signes négatifs suivants, nécessaires à éclairer le diagnostic de cette affection si singulière et si rare que je n'ai trouvé, dans les auteurs, aucun cas semblable ou analogue.

La main et le bras gauche ne présentent aucun phénomène particulier : ils ne sont le siège d'aucun mouvement involontaire. On ne voit aucune oscillation dans les doigts.

La force musculaire des deux mains paraît égale, car le malade serre également fort à droite et à gauche.

Rien au cœur ni au poumon.

Impossible de découvrir la moindre trace de syphilis ou d'alcoolisme.

Comme antécédents héréditaires on ne cite qu'une cousine germaine assez folle pour être admise dans un asile ; les autres membres de la famille sont en bonne santé.

Dans une autre entrevue, un mois plus tard environ, j'ai remarqué, en étudiant les mouvements si curieux des trois derniers orteils du pied gauche, qu'il suffit de frictionner légèrement, avec la pulpe du doigt, la base des orteils, au-dessus des tendons des muscles extenseurs (extenseur commun des orteils, muscles pédieux) etc., pour arrêter les mouvements. La friction faite à la base du deuxième orteil, outre qu'elle arrête tout mouvement dans le

pied, amène dans les orteils une sorte de calme qui ne se communique pas toutefois au reste du membre.

On fait également cesser le mouvement des orteils quand on fait ces frictions le long de la face externe de la jambe. Aussitôt celles-ci terminées, les mouvements ne tardent pas à recommencer.

Le pied droit examiné attentivement, présente, dans le deuxième orteil, un léger mouvement involontaire, qui parfois se communique aux trois derniers. Mais ces mouvements sont beaucoup moins accentués que du côté gauche. Aussi les sensations particulières, qui ont leur siège dans tout le côté gauche, sont-elles moins vives dans le côté droit, et ne dépassent-elles pas le pli inguinal.

Quoique questionné à plusieurs reprises, M. L... a toujours répondu que depuis sa paralysie faciale, il n'avait jamais observé la moindre insensibilité dans le côté gauche ni à aucun point du corps.

Traitement. — Au début du traitement, c'est-à-dire le 3 novembre 1878, notre malade fit usage d'une pommade belladonée qui n'amena aucune amélioration. Je lui conseillai alors les courants continus. Par suite de circonstances particulières, ceux-ci ne furent appliqués que vers la fin de janvier 1879.

On employa d'abord la petite machine de Gramme qui ne produisit que des effets très médiocres, mais cependant suffisants pour penser qu'avec de la persévérance et un courant plus intense on obtiendrait un bon résultat. Afin d'obtenir un courant continu, présentant une *tension assez forte* en même temps qu'une *action chimique minimum*, je m'adressai à mon collègue M. E. Branly qui avait déjà mis à ma disposition la machine de Gramme de son laboratoire. Sur son conseil j'eus recours à la pile de Volta, dite pile à colonne. Celle-ci possède une grande force électro-motrice et par conséquent une tension considérable avec un pouvoir chimique des plus faibles. Le seul inconvénient est qu'il faut la monter chaque fois qu'on veut s'en servir. Comme notre malade avait le temps de faire cette petite opération qui ne demande guère plus d'un quart d'heure à vingt minutes, je lui fis les premières applications avec les rondelles de drap imprégnées d'eau salée, mais le résultat ne fut guère meilleur qu'avec la machine de Gramme. Les applications furent ensuite faites avec l'eau acidulée avec 1/10e d'acide sulfurique. Le courant développé était beaucoup plus intense et l'amélioration fut tout de suite plus considérable. Très souvent les mouvements s'arrêtaient pendant l'application et ne reparaissaient que plusieurs heures plus tard, mais beaucoup plus faiblement. La durée de la séance était d'abord d'un quart d'heure; le pôle positif était appliqué successivement sur la région externe de la jambe, un peu au-dessous du genou, puis en différents points de l'épine dorsale, tandis que le pôle négatif l'était sur la surface dorsale du pied droit, près des orteils, ou quelquefois à la région plantaire.

Le courant était généralement bien supporté ; quelquefois cependant il excitait une douleur assez vive au point d'application du pôle positif. En retirant le cylindre en laiton garni d'une éponge imbibée d'eau salée qui servait

d'électrode, on voyait que la peau était rouge dans une certaine étendue, mais sans produire ni phlyctène, ni eschare.

Après avoir fait une séance tous les deux jours, pendant environ quinze jours, je constatai deux choses : d'abord l'amélioration évidente, ensuite l'inocuité des courants. Je laissai alors le malade faire les applications lui-même, ce qui lui est facile en se couchant. Celles-ci furent faites alors plus irrégulièrement, tous les trois ou quatre jours pendant un intervalle variant d'un quart d'heure à une demi-heure et comme notre malade était assez douillet, il réduisit successivement le nombre des éléments de la pile; de cinquante que j'avais employés primitivement il arriva bientôt à vingt-cinq. Il est vrai que pour varier facilement le nombre des éléments et par conséquent l'intensité du courant, j'avais fait faire plusieurs disques munis d'un petit anneau extérieur, propre à recevoir un électrode.

De la sorte, on peut varier presque instantanément le nombre des éléments suivant la sensation ressentie.

Malgré les irrégularités de cette application, l'amélioration du début se maintint et progressa si bien qu'à la fin d'avril, les mouvements involontaires avaient tout à fait cessé. En même temps avait disparu cette inquiétude vague qui tourmentait le malade. Cependant les sensations singulières dont le côté gauche était incommodé n'ont fait que diminuer d'intensité sans disparaître complètement.

Pour être complet, il faut encore ajouter que pendant la durée du traitement survinrent des furoncles qui occupèrent principalement les jambes surtout à gauche.

Essayons maintenant de les rattacher à une affection connue du cadre nosologique. La légère paralysie faciale gauche survenue à l'âge de vingt ans et disparue en deux mois, sans laisser la moindre trace, pendant cinq ans, nous permet, peut-être, de rapporter les mouvements involontaires des orteils à la série des troubles posthémiplégiques sur lesquels l'attention du monde médical a été attirée dans notre pays par les travaux de M. le professeur Charcot et par ceux de ses élèves. Mais ces troubles posthémiplégiques constituent l'hémichorée pour M. Charcot. Notre malade ne présente rien d'analogue avec ce que nous voyons dans la thèse de M. Raymond (*Étude anatomo-physiologique sur l'hémianesthésie et les tremblements symptomatiques*, Paris, 1876).

L'affection décrite pour la première fois, en 1871 par Hammond, médecin de New-York, sous le nom d'*athétose* et que la thèse de M. P. Oulmont (*Étude clinique sur l'athéthose*, Paris, 1878) a beaucoup contribué à faire connaître en France, pourrait, peut-être, mieux convenir aux symptômes présentés par notre malade. Mais disons tout de suite que la lecture très attentive de la thèse de M. P. Oulmont, où sont rapportés tous les cas connus d'athétose, ne nous a pas montré une seule observation pareille à la précédente. Il ressort, en effet, de cette lecture que, dans tous les cas cités, l'affection a débuté invariablement par le membre supérieur. Ce sont d'abord les doigts qui sont animés de mouvements involontaires. C'est simultanément ou plus tard que les orteils se prennent à leur tour. Jamais le membre inférieur n'a pris l'initiative de ces curieux symptômes. Dans l'observation VIII du travail de

M. P. Oulmont (p. 45) où il s'agit d'un garçon de quatorze ans, atteint d'hémiathétose, à droite, consécutive à une attaque d'apoplexie survenue à l'âge de quinze mois et dans laquelle les mouvements involontaires sont plus accentués au pied qu'à la main, l'auteur fait remarquer que : « Il existe ici, dans les caractères de l'athétose, une anomalie qu'on ne retrouve nulle part ailleurs; c'est l'intensité plus grande des mouvements involontaires au membre inferieur qu'au membre supérieur. C'est en contradiction, non seulement avec les autres cas d'athétose, mais avec les autres désordres des mouvements posthémiplégiques, plus accentués d'habitude dans le membre supérieur. Cette localisation des mouvements athétosiques dans les orteils, me paraît être le seul exemple connu, et c'est uniquement à ce titre que je rapporte cette observation avec le plus de détails possible.

Que l'on range ou qu'on ne range pas l'observation précédente parmi les cas d'athétose, il est utile de résumer ici les particularités qui empêchent de la confondre avec les observations publiées jusqu'ici.

Constatons :

1° La faible intensité de la paralysie faciale du côté gauche.

2° L'apparition des mouvements involontaires dans les orteils du pied gauche, c'est-à-dire du côté qui avait été atteint de paralysie. Il n'y a donc pas croisement comme je l'avais dit d'abord sur la fausse indication du malade.

3° L'intervalle de temps considérable (cinq ans) écoulé entre la disparition complète de la paralysie et l'apparition des premiers mouvements involontaires.

4° La localisation de ceux-ci dans les orteils, sans qu'il y ait la moindre atteinte dans les doigts.

5° L'apparition, plusieurs années après, de mouvements semblables mais moins intense dans le second orteil du pied droit (1).

6° La cessation de ces mouvements par l'application, pendant trois mois environ, des courants continus fournis par une pile à colonne de cinquante éléments.

Cette dernière constatation vous empêchera, ainsi que moi, je l'espère, de ne point regretter que je laisse de côté toute discussion sur le siège anatomique et sur la nature de cette affection reconnue depuis si peu de temps comme maladie distincte et qui, dans les exemples décrits jusqu'à présent, paraît plus symptomatique qu'idiopathique.

Le cas actuel est le seul qui pourrait autoriser à admettre une forme idiopathique d'athétose, c'est-à-dire une forme qui n'aurait point pour cause une ésion cérébrale quelconque. Il est, en effet, à remarquer que les cas d'athétose publiés jusqu'ici se rapportent tous à des malades atteints, un certain temps auparavant, de lésions cérébrales.

(1) A ceux qui se demanderaient si nous n'avons pas eu affaire à un cas d'athétose double nous répondrons que le cas actuel diffère tellement de ceux decrits jusqu'à present, qu'il est difficile, en l'absence des mouvements involontaires de la face, de trop songer à cette assimilation. On a vu plus haut que notre malade ne présentait pas ces mouvements particuliers de la face que M. Charcot regarde comme un symptôme constant de l'athétose.

M. Ch. HORTOLÈS

Interne des hôpitaux de Lyon.

ÉTUDE COMPARATIVE DES ÉTHÉRISATIONS SIMPLES ET MIXTES AVEC LES CHLOROFORMISATIONS DE MÊME ORDRE

(EXTRAIT)

— Séance du 27 septembre 1879. —

Pendant les quelques mois que nous venons de passer au service de M. le docteur Aubert, chirurgien de l'Antiquaille, nous avons eu l'occasion d'assister à diverses séries d'anesthésies simples et mixtes à l'éther. Nous avons cru d'autant plus utile de publier les résultats obtenus qu'ils pouvaient être comparés à ceux que M. le docteur de Brinon, notre ancien collègue dans les hôpitaux de Lyon, donnait l'année dernière, dans sa thèse inaugurale. Cette thèse était, comme notre travail, due à l'inspiration du même maître, et les matériaux étaient puisés dans le même service : enfants de six ans à dix-sept ans, réclamant l'intervention chirurgicale pour des lésions en général de nature scrofuleuse ou syphilitique.

Les divers phénomènes observés étaient notés avec soin dès le début des anesthésies. C'était d'abord l'excitation initiale, appréhension plus ou moins vive du sujet à l'approche du bonnet; l'excitation secondaire, survenant après les premières inhalations ; le temps écoulé entre ces premières inhalations et le début des opérations; la durée des inhalations, en notant soigneusement leurs suspensions et reprises ; la durée de l'opération ; les vomissements.

Ce travail a été fait pour trois séries de trente cas chacune.

Dans la première série, les anesthésies ont été obtenues par l'éther seul.

Dans la seconde, on a fait précéder les inhalations d'un lavement de morphine, 0,01 centigramme dans 1 gramme d'eau.

Dans la troisième, on a fait précéder les inhalations d'une injection sous-cutanée de 0,01 centigramme de morphine. Nous avons pu alors comparer les statistiques de nos diverses séries à celles relevées par M. de Brinon dans les chloroformisations correspondantes.

ANESTHÉSIES SIMPLES PAR L'ÉTHER ET PAR LE CHLOROFORME

Nous n'insisterons pas sur les anesthésies de cette série. Depuis longtemps déjà on sait à quoi s'en tenir sur les avantages et les inconvénients de ces deux agents anesthésiques. Cependant il est un fait que nous avons nettement observé, et qu'il est bon de noter une fois pour toutes, c'est l'appréhension que cause à nos jeunes malades l'usage du bonnet dans les éthérisations. Cette appréhension est telle, du reste, qu'elle nous donne comme excitation initiale 38.66 0/0, chiffre qui tombe à 10 0/0 avec la simple compresse imbré-

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

ÉTHÉRISATION.	EXCITATION INITIALE.	EXCITATION SECONDAIRE.	Moyenne du temps nécessaire pour obtenir l'anesthésie.	Moyenne de la durée des inhalations.	Moyenne de la durée du sommeil anesthésique.	Vomissements.	Il a fallu reprendre les inhalations d'éther.	Moyenne du poids d'éther employé.
1re Série.								
Sans morphine.	11 fois s. 30 cas, soit 36,66 0/0.	14 fois s. 30 cas, soit 46,66 0/0.	sur 30 obs. 6 min. 40.	sur 30 obs. 10 min. 93.	sur 30 obs. 13 min. 10.	10 fois s. 30 cas, soit 33,33 0/0.	19 fois s. 30 cas, soit 63.33 0/0.	dans 29 cas, 52 gr. 24.
2e Série								
Avec lavement de 0,01 de morphine	12 fois s. 30 cas, soit 40 0/0.	22 fois s. 30 cas, soit 73,33 0/0.	sur 30 obs. 3 min. 86.	sur 30 obs. 9 min. 63.	sur 30 obs. 13 min. 26.	12 fois s. 30 cas, soit 40 0/0.	16 fois s. 30 cas, soit 53,33 0/0.	dans 30 cas, 44 gr. 13.
3e Série.								
Avec injection sous-cutanée de 0,01 de morphine.	8 fois s. 30 cas, soit 26,66 0/0.	17 fois s. 30 cas, soit 56,66 0/0.	sur 30 obs. 3 min. 56.	sur 30 obs. 9 min. 03.	sur 25 obs. 15 minutes.	4 fois s. 30 cas, soit 13,33 0/0.	18 fois s. 30 cas, soit 64,28 0/0.	dans 28 cas, 38 gr. 46.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX (1).

CHLOROFORMISATION.	EXCITATION INITIALE.	EXCITATION SECONDAIRE.	Moyenne du temps nécessaire pour obtenir l'anesthésie.	Moyenne de la durée des inhalations.	Moyenne de la durée du sommeil anesthésique.	Vomissements.	Il a fallu reprendre les inhalations de chloroforme.	Moyenne du poids de chloroforme employé.
1re Série.								
Sans morphine.	4 fois s. 40 cas, soit 10 0/0.	19 fois s. 41 cas, soit 18,78 0/0.	sur 44 obs. 4 min. 87.	sur 35 obs. 10 min. 32.	sur 35 obs. 16 min. 84.	17 fois s. 44 cas, soit 38,61 0/0.	13 fois s. 53 cas, soit 24,50 0/0.	dans 53 cas, 25 gr. 89.
2e Série.								
Avec lavement de 0,01 de morphine	2 fois s. 14 cas, soit 14,28 0/0.	3 fois s. 14 cas, soit 21,42 0/0.	sur 12 obs. 4 min. 55.	sur 6 obs. 13 min. 05.	sur 9 obs. 13 min. 31.	4 fois s. 16 cas, soit 25 0/0.	10 fois s. 16 cas, soit 62,5 0/0.	dans 16 cas, 17 gr. 79.
3e Série.								
Avec injection sous-cutanée de 0,01 de morphine.	3 fois s. 38 cas, soit 6,31 0/0.	6 fois s. 38 cas, soit 15,78 0/0.	sur 34 obs. 4 min. 53.	sur 32 obs. 13 min. 22.	sur 32 obs. 11 min. 95.	10 fois s. 38 cas, soit 26,31 0/0.	10 fois s. 38 cas, soit 26,31 0/0.	dans 38 cas, 11 gr. 96.

(1) 1878. H. DE BRINON. — *Recherches sur l'anesthésie chirurgicale obtenue par l'action combinée de la morphine et du chloroforme.* Thèse de Paris.

gnée de chloroforme. Et l'importance de ce fait est si réelle que toutes les fois que nous avons eu cette excitation initiale, nous avons dû enregistrer une excitation secondaire qui n'était que la continuation de la première.

Quoi qu'il en soit, l'avantage reste au chloroforme, comme il est facile de le constater par l'examen du tableau des résultats généraux.

ANESTHÉSIES MIXTES

Dans les séries de nos anesthésies mixtes, c'est toujours en faisant précéder les inhalations d'éther de l'administration de 0,01 centigramme de chlorhydrate de morphine que nous avons opéré. Cette dose de morphine était donnée sous deux formes, soit en lavement par le rectum, soit en injection sous-cutanée.

a. Par le rectum, l'administration se faisait avec la seringue de Pravaz, en substituant à l'aiguille ordinaire une canule munie d'une olive. Ce procédé, plus facilement accepté des enfants que la piqûre, a été loin de nous donner des résultats équivalents, ainsi que l'indique notre tableau.

b. Par l'injection sous-cutanée, nous avons obtenu des bénéfices incontestables sur les anesthésies précédentes ; aussi est-ce bien à cette méthode hypodermique que nous donnons notre préférence.

Sans nous étendre longuement sur ce mode d'anesthésie, dont les avantages ressortent du simple examen de nos statistiques, nous devons signaler un phénomène presque constant dans cette série : la narcose de Nusbaüm.

En effet, dans la plupart de ces éthérisations mixtes, nous sommes arrivés aux mêmes résultats révélés par Nusbaüm dans certaines chloroformisations mixtes, c'est-à-dire que quelques minutes après la suppression des inhalations, nos malades étaient en état d'entendre, de répondre aux questions, bien qu'ils fussent parfaitement insensibles aux piqûres, incisions et même thermocautérisations. Chez un enfant de sept ans, dont nous avons présenté l'observation, six minutes d'inhalations suffirent à produire une anesthésie dans laquelle l'analgésie complète a persisté vingt-huit minutes après qu'on avait éloigné les vapeurs d'éther. Pendant ce temps, l'enfant répondait et obéissait sans percevoir le raclage de sa plaie ou les épingles qui lui traversaient un pli de la peau. Il est vrai que dans tous les cas nous n'avons pu, comme dans celui-ci, établir la narcose de Nusbaüm d'une façon aussi durable. Mais ce phénomène offre dans certaines opérations, surtout dans celles qui se pratiquent sur la face des avantages tels qu'on ne doive jamais hésiter à donner la préférence à une anesthésie qui peut y conduire et dont les effets sont si supérieurs.

ÉTUDE COMPARATIVE DE L'ÉTHÉRISATION MIXTE ET DES ANESTHÉSIES SIMPLES ET MIXTES AU CHLOROFORME

De cette étude, d'où sont ressortis pour nous les résultats les plus inattendus, nous devons à nos statistiques de rendre à l'éther la place qui lui est due dans l'histoire des anesthésies. Ces statistiques, en effet, nous montrent combien sont préférables les éthérisations mixtes aux chloroformisations simples et même mixtes.

Cette simple injection de 0,01 centigramme de morphine, précédant les éthérisations, nous a permis de bénéficier de tous les avantages incontestables du chloroforme et de l'innocuité de l'éther. Aussi croyons-nous de beaucoup plus heureuse cette association de la morphine à l'éther qu'au chloroforme.

On comprend, du reste, aisément, que deux agents (éther, morphine) ayant, outre leur action sur l'élément nerveux, une propriété hyperémiante commune, doivent mieux unir leurs effets que deux médicaments (morphine, chloroforme) ayant l'un un effet hyperémiant, l'autre un effet inverse sur les centres nerveux.

Dans notre tableau comparatif, nous voyons que les avantages pour l'éther peuvent se résumer par :

Temps nécessaire pour obtenir l'anesthésie moins grand.

Durée du sommeil, produit dans temps égal d'inhalation, plus grande.

Enfin, vomissements moins fréquents que par le chloroforme.

DISCUSSION

M. Chalot pense que l'injection hypodermique de morphine peut être dangereuse chez les enfants et préfère la chloroformisation simple au-dessous de 15 ans.

M. Denucé croit la chloroformisation simple bien suffisante et moins dangereuse.

M. Masse estime aussi qu'il faut proscrire la morphine chez les enfants.

M. Hortolès répond qu'il n'a jamais vu d'accidents.

MM. Chalot et Hortolès discutent les mérites relatifs de l'éther et du chloroforme et incidemment MM. Bergeron et Masse apprécient l'utilité de l'iodure de potassium dans la méningite tuberculeuse.

M. J. TEISSIER

Agrégé à la Faculté de médecine de Lyon.

SUR LES AFFECTIONS CARDIAQUES CONSÉCUTIVES AUX MALADIES DE L'APPAREIL GASTRO-HÉPATIQUE

(EXTRAIT DU PROCES-VERBAL.)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Teissier fils étudie les affections du cœur consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépatique. Il s'occupe d'abord et surtout des altérations du cœur droit. Il en a récemment vu douze à quinze cas, développés soit après des maladies du foie ou de l'estomac (comme l'avait déjà vu M. Potain), soit après des maladies intestinales, diarrhées chroniques (ce qui n'avait pas encore été signalé). On constate les degrés suivants : 1° Éclat inaccoutumé du

deuxième bruit du cœur; 2° dédoublement du deuxième bruit du cœur; 3° souffle d'insuffisance tricuspide avec dilatation du cœur; 4° enfin, pouls veineux. Pour expliquer ces phénomènes, M. Potain admettait une transmission par le pneumogastrique. L'origine intestinale possible fait plutôt admettre à M. Teissier le grand sympathique comme voie centripète de l'irritation, le vague en restant la voie centrifuge. — En tous cas, il y a là tout un syndrome clinique qui accompagne souvent les maladies hépatiques et qui peut devenir permanent et aboutir à une maladie du cœur complète et définitive. Quant aux lésions du cœur gauche développées dans les mêmes circonstances, M. Teissier fils n'est pas absolument convaincu de leur existence; il les croit en tous cas infiniment plus rares que les précédentes.

DISCUSSION

M. Combal croit la question plus complexe que ne le dit M. Teissier fils; l'altération de nutrition consécutive aux maladies gastro-intestinales pourrait être cause des troubles cardiaques.

M. Franck trouve de grandes difficultés physiologiques à l'explication proposée par M. Teissier fils. On n'est pas définitivement fixé sur l'innervation des vaisseaux pulmonaires; rien ne prouve l'action du vague sur la circulation pulmonaire. A la suite de la première communication de M. Potain, M. Franck a institué des expériences pour étudier directement la question. Il a constaté ainsi l'influence des filets du premier ganglion thoracique; l'excitation de ces nerfs produit une augmentation de pression à l'intérieur du cœur droit, ce qui est dû au resserrement des vaisseaux pulmonaires. M. Franck propose donc de modifier de la manière suivante la théorie de M. Teissier fils : l'irritation abdominale est transmise par le pneumogastrique (Potain) ou par le grand sympathique (Teissier fils); mais la voie centrifuge après réflexion est non pas le pneumogastrique (Potain, Teissier fils), mais le grand sympathique (Franck).

Revenant sur le terrain clinique, M. Teissier père dit qu'il a observé souvent des altérations cardiaques, consécutives aux maladies gastro-hépatiques. Seulement, c'est dans le cœur gauche qu'il les a observées le plus souvent. Il les attribue dans beaucoup de cas à l'action simultanée de la cause sur le foie et sur le cœur.

M. Lancereaux insiste sur la complexité de la question. A côté des faits où l'irritation nerveuse est indiscutable, il y en a beaucoup d'autres où le cœur doit être altéré (stéatose, lésions amyloïdes) en même temps et de la même manière que le foie.

M. Thaon vient d'entendre dire à M. Teissier que les lésions cardiaques, dans les affections gastro-hépatiques sont comparables aux lésions cardiaques dans la néphrite interstitielle.

M. Thaon voudrait savoir de M. Teissier s'il a trouvé des lésions cardiaques dans la cirrhose et la dégénérescence amyloïde du foie, qui représentent la néphrite interstitielle.

M. Thaon a vu trois cas de dégénérescence amyloïde, très prononcés du

foie chez des malades atteints de cachexie palustre et le cœur s'est maintenu parfaitement intact dans les trois cas.

M. Potain admet la complexité de la question. Les maladies sont la résultance d'une série d'actes réciproques, réflexes, de synergies morbides, qu'il est difficile d'analyser. Mais on peut se renfermer ici dans une partie du sujet et l'étudier plus directement. Il y a toute une catégorie de maladies de cœur consécutives à des lésions d'organes à mettre à côté de celles qui dérivent de l'endocardite ; les faits sont sinon aussi importants, du moins aussi nombreux de part et d'autre. En ajoutant les maladies intestinales aux maladies gastro-hépatiques, M. Teissier fils a étendu les premières observations de M. Potain et oblige à modifier un peu la voie du reflexe ; l'intermédiaire est encore difficile à rétablir. Ce que la clinique établit c'est que sous l'influence de l'excitation abdominale il y a une modification dans la circulation pulmonaire entraînant une dilatation consécutive du cœur droit, le dédoublement, etc. ; phénomènes qui disparaissent quand l'excitation abdominale disparaît. Ce qui fait du reste la difficulté de ces recherches c'est que le souffle tricuspidien est souvent mal aisé à analyser ; il peut être simulé par des bruits extra-cardiaques ; le caractère de ces derniers est de siéger un peu au-dessus ou en dehors de la pointe, de se produire un peu en retard sur la systole (médio-systolique). Pour montrer la complexité pathogénique de certains faits, M. Potain montre la néphrite aigue qui n'entraîne pas le syndrome cardiaque gauche de la néphrite interstitielle, mais qui peut, s'il y a urémie gastrique, entraîner le syndrome cardiaque droit gastro-hépatique.

M. G. EUSTACHE

Professeur à la Faculté libre de médecine de Lille.

LÉSION DES ORGANES URINAIRES DANS L'OVARIOTOMIE

(EXTRAIT)

— Séance du 1er septembre 1879. —

CONCLUSIONS

1° La lésion des organes urinaires pendant l'opération de l'ovariotomie est très rare. L'independance anatomique et physiologique de ces organes d'avec les ovaires en rend suffisamment compte.

2° Les reins, les uretères et la vessie ont été atteints dans quelques cas.

3° La blessure ou l'extirpation du rein a été suivie de mort dans le seul cas connu.

4° La lésion des uretères a été chaque fois suivie de guérison.

5° La lésion de la vessie donne plus de succès que de revers.

6° Quand l'uretère a été divisé, il faudra séance tenante en pratiquer la suture ; si celle ci est impossible, on enclavera le bout supérieur dans les parois de la vessie ; enfin si une fistule urétro-abdominale se produit, on devra pratiquer une voie artificielle allant de la vessie à la fistule.

7° Si la vessie a été ouverte pendant l'opération, on suturera les bords immédiatement avec du catgut phéniqué, et on placera une sonde à demeure pendant sept jours. Si l'ouverture se fait postérieurement, la sonde à demeure et quelques cautérisations en viendront aisément à bout.

8e Dans tous ces cas, le traitement consécutif serait surveillé avec la plus grande attention. L'emploi industrieux et méthodique des pansements antiseptiques arrivera le plus souvent à assurer le succès.

Em. LEMOINE

Ingénieur civil à Paris.

DÉCOUVERTE DE SOURCES D'EAU MINÉRALE A RIPERVILLÉ (ALSACE)

— Séance du 3 septembre 1879. —

On vient de découvrir et de capter à Ripervillé (Reipertsweiler) près de Lichtenberg (Alsace), des eaux minérales fort intéressantes. Il serait plus exact de dire qu'on les a retrouvées, car, pendant le travail, les restes d'un établissement romain avec *calidarium*, *tépidarium*, *frigidarium*, etc., ont été mis à jour ainsi que les conduits qui servaient au captage primitif.

Ces eaux sont remarquables ; il y a quatre sources, elles contiennent toutes du fer et du manganèse. Voici l'analyse de chacune d'elle faite par M. Musculus, de Strasbourg, et revue par M. Bouis :

	Source Spach — par litre	Source Cesar — par litre	Source Arthur — par litre	Source Madeleine — par litre
Acide carbonique libre ou provenant des bicarbonates. . . .	50cc	28cc,28	35cc,76	31cc,04
Oxigène	0	5cc,26	3cc,30	4cc,59
Azote	16cc	20cc,67	19cc,60	15cc,97
Carbonate ferreux	0gr,1200	0gr,0038	0gr,0035	0gr,0068
— manganeux	0,0184	0,0360	0,0045	0,0140
— de soude	0,0017	»	»	»
— de chaux.	0,0320	0,1040	0,0878	0,0451
— de magnésie.	0,0111	0,0200	0,0170	0,0217
— de lithine	traces	»	»	»

	Source Spach — par litre	Source Cesar — par litre	Source Arthur — par litre	Source Madeleine — par litre
Sulfate de chaux	0,0170	0,0482	0,0232	0,0134
— de magnésie	0,0022	0,0060	0,0049	0,0165
Chlorure de sodium	0,0552	0,0729	0,0585	0,0541
— de potassium	0,0277	0,0428	0,0232	0,0343
Acide crénique et apocrénique. .	0,0030	0,0033	0,0024	0,0021
	0,2883	0,3370	0,2251	0,2080
Débit annuel en litres	2.102.400	473.040	210.240	52.560

Comme on peut le voir par l'examen des chiffres ci-contre la source Spach est très ferrugineuse, elle a la même quantité de fer que l'eau d'Orezza avec du manganèse en plus.

L'eau est limpide, d'un goût ferrugineux si on la boit sans mélange; elle se digère très facilement; elle doit contenir aussi des traces de soufre car certaines bouteilles ont une odeur sulfureuse sensible, seulement la petite quantité de ce corps qu'y décèle l'odorat échappe à toute analyse.

Ces eaux ont les propriétés thérapeutiques si connues des eaux martiales, leur emploi est donc tout indiqué, nous n'avons pas à insister sur ce point, nous dirons seulement qu'elles sont très efficaces, que leur usage ne donne lieu à aucun inconvénient. La réputation en est déjà faite par les cures dites merveilleuses qu'elles ont opérées.

M. le Dr L. VILLENEUVE fils

Chirurgien en chef des hôpitaux, Professeur suppleant à l'Ecole de médecine de Marseille.

NOTE SUR UN CAS DE VAGINALITÉ NÉO-MEMBRANEUSE HEMORRHAGIQUE

— Séance du 3 septembre 1879. —

Depuis les recherches de M. Gosselin, les chirurgiens ont été conduits à considérer l'hydrocèle et l'hématocèle comme formant des espèces cliniques distinctes il est vrai, mais résultats d'un degré de plus en plus avancé du même processus inflammatoire. C'est ainsi que l'on n'admet guère plus l'épanchement séreux de la vaginale, comme accident réellement primitif, spontané, mais comme la suite d'un premier degré d'irritation. Dans les cas assez fréquents où cette hypérémie continue à

se développer, on voit se produire successivement l'épaississement, quelquefois l'incrustation calcaire du sac vaginal, et enfin la production d'une néo-membrane à sa surface.

Cette membrane organisée de nouvelle formation renferme naturellement des vaisseaux qui, par la mollesse et la friabilité de leurs parois, sont exposés à se rompre sous l'influence d'une cause parfois légère, et l'on voit alors se produire, la seconde espèce clinique ; l'hématocèle. Le sang épanché subit ici les transformations habituelles ; des couches fibrineuses, des pseudo-membranes, s'étalent à la superficie de la néo-membrane primitive, en augmentent l'épaisseur, et donnent à cette forme de tumeur des bourses des caractères cliniques propres.

En somme, et c'est sur ce point que je veux insister, il ne se passe ici que ce que l'on peut journellement constater sur toute autre séreuse, et le processus de l'hydrocèle et de l'hématocèle est exactement le même que celui de la péritonite, de le péricardite, de la pleurite, qui d'abord simplement séreuses, peuvent dans certains cas et par des transformations anatomiques analogues, devenir hémorrhagiques.

Je le répète, au point de vue clinique, l'hématocèle forme une espèce légitimement distincte, mais au point de vue de la physiologie pathologique, elle n'est pas autre chose, qu'une vaginalite néo-membraneuse hémorrhagique, sauf les cas très rares de traumatismes primitifs.

Mais ce n'est pas sur ce point, désormais hors de contestation que je veux attirer l'attention.

Il m'a été donné d'observer un cas d'hématocèle, nettement et sûrement constatée, et qui s'est spontanément retransformée en hydrocèle.

C'est sur ce fait, que je crois exceptionnel, que je serais heureux de provoquer les remarques de nos confrères.

M. D..., âgé de 65 ans, ancien percepteur, atteint de varices aux jambes, porte depuis 1867, une hydrocèle droite, survenue sans cause appréciable. Dès le début de cette affection, son médecin lui conseilla la ponction suivie d'injection iodée ; mais il s'y refusa, et ne voulut se soumettre qu'à la ponction simple. Le liquide qui s'écoula était, comme d'ordinaire, limpide et légèrement citrin.

Un an après, sans violence d'aucune sorte, les bourses s'enflèrent, et le docteur Barthélemy constata un œlème simple, qu'il attribua à une rupture de la vaginale opérée par une pression passée inaperçue. Les applications résolutives en eurent bientôt raison, mais l'hydrocèle persista, et il fallut en venir à une seconde ponction. Notre malade qui refusait toujours l'iode subit ainsi quatre ponctions successives ; toujours suivies de récidive, jusqu'en 1875, époque à laquelle il vint me consulter.

J'insistai pour qu'il se décidât à subir une opération radicale, mais sans pouvoir le décider. Je ne lui laissai pourtant pas ignorer qu'il s'exposait à voir sa

tumeur se transformer et s'aggraver. Force me fut donc de me contenter de la ponction qui donna issue à un liquide limpide, un peu jaunâtre.

Au mois de juillet 1876, le malade, pour combattre des maux de tête persistants, se fit appliquer des sangsues à l'anus. Dans la nuit suivante, les bourses s'enflèrent et se tendirent, et le lendemain je trouvai le scrotum parsemé de petites ecchymoses. Après m'être assuré qu'aucune sangsue n'avait piqué la peau des bourses, je prévins M. D..., qu'il était possible que mes prédictions se fussent réalisées, et que du sang se fût épanché dans la tumeur.

A la suite de l'application de quelques résolutifs, les ecchymoses disparurent, mais la tumeur resta dure, tendue quoique indolente. Je constatai également que la transparence antérieure avait disparu.

J'avertis alors le malade qu'il pouvait se faire que l'injection iodée ne fût plus suffisante. Néanmoins devant son extrême pusillanimité, je me laissai entraîner à faire encore une fois la ponction, ce que je me reproche, car je m'exposais à voir survenir une inflammation septicémique.

Cette dernière ponction fut pratiquée le 15 décembre 1876, et laissa écouler un liquide rouge brun, épais et visqueux, manifestement hématique. Je pris toutes les précautions pour que les parois de la poche, qui étaient épaissies, ce que l'on pouvait manifestement constater après la ponction en les pinçant entre les doigts, n'aspirassent pas de l'air en revenant sur elles-mêmes, et de fait, je n'eus à déplorer aucun accident.

Cependant, en présence du résultat de cette ponction, M. D... se décida à subir une opération radicale, quelle qu'elle fût. Sur ces entrefaites il fut successivement atteint d'hémorrhoïdes procidentes, puis de pneumomie, ce qui m'obligea à remettre toute intervention.

Le 19 avril, la tumeur étant revenue à son volume ordinaire, je demandai une consultation avec M. le professeur Combalat qui, après avoir constaté la non-transparence, et pris connaissance des précédents, fut d'avis, comme moi, que nous étions en présence d'une vaginalite néo-membraneuse hémorrhagique, ou, si l'on veut d'une hydrocèle transformée en hématocèle, à la suite de la production de néo-membranes vasculaires, dont quelques vaisseaux s'étaient déchirés, probablement à la suite de la fluxion sanguine déterminée par l'application de sangsues. L'opération proposée et acceptée, fut la décortication, d'après les règles posées par M. Gosselin.

Le 9 mai, le malade ayant été chloroformisé, je commençai l'opération en plongeant un gros trocart en avant et en bas de la tumeur, après avoir soigneusement constaté, par la pression, la présence du testicule en arrière. Mais quel ne fut pas notre étonnement de voir s'écouler, au lieu de liquide hématique, une sérosité claire et limpide. Nous restâmes un moment indécis sur le parti le plus convenable à prendre. Mais considérant la répugnance extrême que le malade avait témoignée pour l'opération, à laquelle il ne s'était décidé que sur nos vives instances, la probabilité d'un travail de regression spontanée, attesté par le changement de nature du liquide, la possibilité d'imprimer à ce travail une allure plus décidée par l'injection iodée, nous prîmes ce dernier parti, et je poussai lentement une solution aux deux

tiers d'iode iodurée. Le liquide fut maintenu pendant quelques minutes au contact de la poche, sur laquelle je pratiquai de légères malaxations, et avant de retirer la canule, j'eus soin de verser quelques gouttes d'iode sur la partie qui était au dehors, ce qui me permit de mesurer l'épaisseur des parois, qui atteignait presque un centimètre. Tout alla bien jusqu'au 13 mai, où les bourses reprirent leur volume primitif. Le 26, de vives douleurs se déclarèrent s'irradiant le long du cordon. La tumeur était rouge et empâtée. La fluctuation étant devenue manifeste, le 30, je passai un drain dans le foyer de la suppuration.

A partir de ce moment tout s'est passé normalement. Le drain a laissé écouler le pus, en quantité chaque jour décroissante, l'abcès était lavé deux fois par jour avec une solution phéniquée au millième. Le 14 et le 25 il a fallu ouvrir deux petits abcès des téguments. Enfin, le 28 juin, le drain enlevé, la guérison était complète quelques jours après.

Je revois le malade le 10 juillet. La moitié droite du scrotum est rétractée, et déprimée par les cicatrices des incisions. Le testicule, un peu plus gros que son congénère, n'est pas douloureux. Le cordon est également un peu plus volumineux que celui du côté opposé. Le malade marche sans fatigue et sans suspensoir, ce qui ne lui était pas arrivé depuis dix ans.

En résumé, ce qu'il y a de remarquable dans ce fait, c'est l'absorption du liquide hématique, et son remplacement spontané par une sérosité claire et limpide.

A priori, il n'y a là rien qui soit contraire à ce que nous savons de la physiologie des séreuses enflammées : la vaginale s'hypérémie et sécrète de la sérosité; puis, une néo-membrane pourvue de capillaires se forme; un ou plusieurs de ces petits vaisseaux venant à se rompre, une hémorrhagie se produit. Par le simple repos, la rupture vasculaire s'oblitère, l'hémostase se fait, et le liquide hématique résorbé, ne laisse plus après lui que de la sérosité. Le temps écoulé entre la ponction qui a donné issue au liquide foncé, et l'opération qui ne nous donna que du liquide clair ayant été de près de cinq mois, tout le temps désirable pour cette transformation a été accordé. Je le répète, il n'y a rien, dans tout cela, que de très explicable, et néanmoins, malgré les très nombreuses lectures que j'ai faites à ce sujet, il ne m'a pas été possible de rencontrer un fait semblable.

J'ai voulu savoir, en raisonnant par analogie, si une pareille transformation avait été notée sur d'autres séreuses, et si on avait observé des péricardites, pachy-méningites, pleurites, péritonites hémorrhagiques, revenus spontanément à leur premier état. J'ai mis à contribution à ce sujet l'érudition de nos confrères le professeur Laget et le Dr Richaud fils. Mais leurs recherches ont été également infructueuses.

Je me crois donc autorisé à considérer ce fait comme exceptionnel, et c'est ce qui m'a engagé à le présenter à mes confrères de l'Association, en les priant de me prêter sur ce point le concours de leur expérience et de leur érudition.

M. CASTAN

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

TRAITEMENT DE LA GRAVELLE URINAIRE PAR LES STIGMATES DE MAIS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Castan présente quelques considérations sur le *traitement de la gravelle urinaire par les stigmates de maïs*. Dans ces derniers temps, il s'est fait beaucoup de bruit autour de ce remède, et l'on a regardé les stigmates de maïs presque comme un médicament nouveau. Cependant, M. Castan le connaît depuis longtemps; il avait notamment employé l'infusion des stigmates de maïs chez plusieurs individus affectés de gravelle, et il avait constaté surtout une grande sédation dans les phénomènes douloureux de la colique néphrétique. Il présente à la Société une série de gros graviers qui ont été rendus à la suite de l'infusion de stigmates de maïs prise chaque jour à la dose de quatre ou cinq tasses à café. Quant à l'action spéciale, mais réelle, de cette infusion, M. Castan se l'explique difficilement, ou plutôt il pense que les stigmates de maïs agissent moins comme diurétique que comme anesthésique local.

DISCUSSION

M. Denucé dit également que l'emploi des stigmates de maïs n'est pas nouveau. A Bordeaux et dans les environs, il y au moins dix ans qu'on en fait usage. Au Mexique, depuis fort longtemps, les colons s'en servent volontiers dans la colique néphrétique, et ils en obtiennent de bons résultats; ils s'en servent aussi dans le catarrhe vésical, ce qui indiquerait une action élective des stigmates de maïs sur les muqueuses des voies urinaires, et en particulier sur la muqueuse de la vessie.

M. Pons ajoute que les stigmates de maïs sont employés de temps immémorial par les paysans dans la contrée où il exerce.

M. Queirel a souvent utilisé les stigmates de maïs, et il a remarqué que ce médicament n'augmentait guère la quantité des urines, mais qu'il calmait les douleurs, dans la colique néphrétique, d'une manière très efficace.

M. Castan a constaté également que son action diurétique est peu marquée ; et ce n'est pas à elle qu'il faut attribuer l'efficacité des stigmates de maïs dans le traitement des maladies urinaires.

M. François FRANCK

Préparateur au Collège de France.

SUR L'INNERVATION DU CŒUR (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. François Franck indique le résultat de quelques recherches expérimentales sur *l'innervation du cœur*. Il s'agissait de contrôler l'opinion de Schiff qui consiste à faire passer les *fibres accélératrices du cœur* par les nerfs laryngés supérieurs, les anastomoses de Galien, puis les récurrents. Dans une première série d'expériences, chez le chat où l'anastomose de Galien est facilement accessible sur une longueur de 1 centimètre environ, M. Franck a lié cette anastomose ; et, malgré l'interruption des fibres considérées comme accélératrices, il a constaté l'accélération au moyen de la compression carotidienne, compression qui a pour caractère constant d'accélérer les mouvements cardiaques. Ce premier résultat démontre que les fibres accélératrices ne passent point par l'anastomose de Galien. M. Franck a fait ensuite une contre-expérience, il a irrité le bout inférieur du récurrent au-dessous de la ligature, et il a constaté que cette irritation n'accélère point les mouvements du cœur. Aussi, d'après ces expériences; est-il porté à rejeter l'opinion de Schiff. Il pense plutôt que quelques fibres accélératrices viennent directement du tronc du vague et que la plupart se détachent du ganglion cervical inférieur et du premier ganglion thoracique, ainsi que de l'anneau intermédiaire de Vieusens.

M. LANNEGRACE

Agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LES LEUCOCYTES

(EXTRAIT)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Lannegrace communique une note *sur les leucocytes*. Il considère comme défectueuse la classification de M. Hayem, et distingue plusieurs phases d'évo-

(1) Voir *Comptes rendus des travaux du laboratoire de M. Marey*, t. IV, 1878-79.

lution pour le leucocyte. Le leucocyte, réduit à sa plus grande simplicité, se compose uniquement d'une masse de protoplasma sans qu'il soit possible d'y démontrer l'existence d'un noyau soit par l'acide acétique soit par le carmin et autres réactifs. M. Lannegrace lui donne le nom de *leucocyte protoplasmique*. Ce leucocyte peut évoluer dans diverses directions : 1° il se pourvoit d'un noyau; le leucocyte nucléé peut rester tel quel, c'est le leucocyte cellulaire à protoplasma transparent, ou prolifer, soit par division (leucocyte à protoplasma granuleux), soit par bourgeonnement (leucocyte uréniforme); 2° peut aussi donner naissance à des globules rouges par une série de transformations qui modifient le protoplasma.

M. ARLES

De Montpellier.

NOUVEAU MODE DE TERMINAISON DES KYSTES DU FOIE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.

— *Séance du 9 septembre 1879.* —

M. Arles lit une note sur un *nouveau mode de terminaison des kystes du foie*. Il a eu l'occasion d'observer une femme de 78 ans qui, après avoir présenté une tumeur considérable à l'hypocondre droit et après avoir eu de la fièvre, des vomissements bilieux, de l'inappétence, de la diarrhée, etc., expulsa par l'anus une énorme poche kystique analogue à celle d'un kyste hydatique. Après l'expulsion de cette poche, le ventre reprit son volume ordinaire, et la santé se rétablit rapidement. M. Arles pense qu'il s'agit d'un kyste hydatique de la face inférieure du foie et que ce kyste s'est d'abord ouvert, puis évacué par le tube digestif. Il n'existerait pas, à sa connaissance, d'observation analogue.

DISCUSSION

M. Henrot a observé une péritonite consécutive à la rupture d'un kyste hydatique de la face inférieure du foie. Les hydatides s'étaient en quelque sorte greffées sur la partie inférieure de la cavité péritonéale et présentaient un commencement de suppuration.

M. Grynfellt regrette que M. Arles n'ait point pratiqué l'examen histologique et qu'il n'ait point porté la pièce devant la Société.

M. Arles répond que le microscope n'a point révélé des crochets d'échinocoques, mais que la poche avait tous les caractères ordinaires d'un acéphalocyste.

A la suite de la présentation de la pièce qui est le sujet de cette communi-

cation, M. Masse fait observer que c'est bien une membrane enkystante, mais que ce n'est pas l'hydatide elle-même, et il rappelle, comme pièce démonstrative, un énorme kyste qui figure au musée de la Faculté de Montpellier et que M. le professeur Montet enleva de la paroi abdominale d'un individu qui vit encore.

M. Ch. ROUGET

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LA CONTRACTILITÉ DES CAPILLAIRES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 3 septembre 1879.

M. Rouget fait une communication sur *la Contractilité des Capillaires*, et présente une série de dessins et de photographies qui se rattachent au même sujet. Il n'a pas seulement constaté l'existence d'une tunique contractile, mais il a encore observé la contractilité des capillaires dans la membrane hyaloïde de la grenouille adulte et chez les larves d'amphibiens. Des cellules à prolongements protoplasmatiques ramifiés constituent chez les larves une tunique dite adventice sur les capillaires artériels, sur les capillaires veineux, et sur les capillaires vrais. Cette tunique n'étant que la continuité des tuniques musculaires des artères et des veines, il en résulte que tout le système vasculaire sanguin, du cœur aux capillaires inclusivement, est enveloppé dans une tunique contractile. Si l'on soumet les têtards à l'action des agents anesthésiques, de manière à produire un commencement de syncope, on voit les vaisseaux qui émergent du tronc artériel caudal et jouent le rôle d'artères de distribution, se contracter et se rétrécir au point que la lumière du vaisseau disparaît au niveau d'étranglements annulaires multiples, et surtout au voisinage de l'émergence du vaisseau. Les excitations locales, mécaniques, chimiques ou électriques, déterminent, sur ces mêmes vaisseaux, des étranglements annulaires au point cité; mais, en outre, une excitation du même genre portant sur la surface de section d'une queue coupée sur l'animal vivant, c'est-à-dire sur les troncs nerveux et les troncs vasculaires d'où émergent les ramifications de la membrane natatoire, est suivie immédiatement du retour du sang, sous l'influence seule des contractions propres des vaisseaux... Quant à l'existence de filets nerveux se distribuant à la tunique contractile des capillaires, M. Rouget la croit probable, mais n'est pas encore parvenu à la démontrer, et avec Krause, il tient pour erronées les indications de Tomsa relatives à ce sujet.

M. FABRE DE RIEUNÈGRE

UTILITÉ DE LA CRÉATION DE CHAIRES D'HYDROLOGIE MÉDICALE

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. le Dr MILLIOT

de Nice.

DES AIGUILLES INTRODUITES DANS LE CORPS HUMAIN ET DE LEUR MIGRATION; DU DIAGNOSTIC DES AIGUILLES ET DE LEUR EXTRACTION

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Ceux de vous, Messieurs, qui ont assisté aux expériences que je fis, l'année passée, au Congrès de Paris, se souviennent que si, avec mes électro-aimants, je pouvais faire l'extraction de corps paramagnétiques de dimensions tant soit peu considérables du corps humain, je me trouvais impuissant en face d'une aiguille. Eh bien, c'est l'aiguille, corps infime par ses dimensions, mais important par les difficultés qu'il nous crée quelquefois dans la pratique journalière, que j'ai choisie aujourd'hui pour objet de ma communication.

Je ne m'arrêterai pas sur l'opération journalière de l'extraction des aiguilles ou bouts d'aiguilles enfoncés involontairement par les couturières et autres dans les doigts ou paumes de la main. J'observerai seulement que du moment que ces aiguilles ou bouts d'aiguilles, soit par l'exiguïté de la superficie de leur cassure, soit par leur oxydation, leurs aspérités et l'étreinte musculaire dans laquelle ils se trouvent pris, ne donnent pas de prise aux électro-aimants, force nous est, dans l'état actuel de la science, de recourir à l'opération chirurgicale dans les cas où leur extraction est indiquée. J'aborde d'emblée la migration des aiguilles.

L'histoire de la migration des aiguilles dans le corps humain n'est plus à faire, et il suffit de lire les articles rédigés par le *Dr Peter*, dans les *Archives générales de médecine*, septembre 1855, et du *Dr Gilette*, dans l'*Union médicale*, numéros 44, 45 et 47, 1878, pour voir que cette

migration s'opère tantôt avec une parfaite innocuité et que tantôt elle est accompagnée d'accidents sérieux. Il y a des cas où des femmes et des jeunes filles hystériques ont avalé une quantité prodigieuse d'aiguilles ou d'épingles sans que mort s'en suivît.

Dans le cas du *Dr Desmalines*, un officier, âgé de 46 ans, s'étant baissé, la douleur qu'il ressentit fut si vive qu'il tomba et perdit l'usage de ses bras et de ses jambes. Peu à peu son état s'améliora et le *Dr Desmalines*, après avoir examiné la région de la colonne vertébrale, reconnut la présence d'une aiguille d'un pouce et 1/4 de longueur et en fit l'extraction. Tous les accidents se dissipèrent.

Le *Dr Bérenger-Féraud* fit, chez une dame de 24 ans, l'extraction d'une aiguille de 16 millimètres qu'elle portait depuis douze ans au bras droit, vers l'insertion supérieure du grand supinateur.

Les *Drs Porter* et *Mac-Donnel* firent l'extraction des crochets à aiguille, implantés l'un au-dessous de la région poplitée de la jambe gauche, l'autre dans l'articulation du genou au-dessous de la rotule. Les aiguilles à crochet furent reconnues au moyen d'aiguilles aimantées; les malades guérirent, le dernier avec ankylose du genou.

J'ai fait, en 1874, l'extraction d'une aiguille à coudre de la cuisse gauche d'une dame russe, la comtesse T., qui l'avait gardée dans les chairs deux mois.

Ambroise Paré parle d'une jeune fille vénitienne qui rendit par la vessie une aiguille longue de quatre doigts qu'elle avait avalée en dormant.

Saucerotte fit l'extraction d'une moyenne aiguille à coudre d'une fistule anale à une jeune fille qui l'avait avalée en mangeant sa soupe.

Enfin *Villeneuve* rapporte l'histoire d'un enfant qui avala une épingle d'acier dont la tête était en cuivre, et qui la rendit quarante-huit heures après sans douleur.

Quelquefois les aiguilles séjournent dans les organes viscéraux sans produire d'accident.

Le *Dr Tillaux* a cité le cas d'introduction dans la région du cœur d'une aiguille à tricoter de 16 centimètres de longueur et qui séjourna dans le thorax treize mois.

Le *Dr Biffi* a cité également le cas d'une aiguille de 6 centimètres enfoncée dans la région du cœur et qui avait été supportée vingt-deux mois sans que le malade accusât aucun phénomène cardiaque.

Les aiguilles introduites dans le corps humain peuvent occasionner la mort.

Schenkius parle d'un homme qui avait avalé une épingle de fer qui le conduisit au tombeau. A l'ouverture du cadavre, on trouva l'épingle dans la substance du foie.

Kéraudren a communiqué l'histoire d'une femme qui succomba en présentant tous les signes de la phthisie pulmonaire. A l'autopsie il trouva dans le poumon un foyer purulent dans lequel était une aiguille.

Le *Dr Farrington* a publié le cas de mort survenue par la piqûre de l'aorte par une aiguille.

Le *Dr Bouteillier* a publié l'histoire d'une demoiselle C. qui avala une aiguille de 4 centimètres. A l'autopsie, il trouva une foule de foyers purulents au-dessous de la région parotidienne et dans le voisinage de la partie cervicale de l'œsophage. L'aiguille était fixée dans les parois fibreuses et tendineuses qui recouvrent en avant la colonne vertébrale.

Passons maintenant aux exemples d'introduction d'un grand nombre d'aiguilles dans le corps humain.

Dans le cas du *Dr Villars*, ou plutôt du *Dr Boissieux-Bellegarde*, plus de deux cents aiguilles ou épingles avaient été extraites dans l'intervalle de neuf mois, de la main, du bras, de l'aisselle, du dessous du sein gauche et du bas-ventre jusqu'au genou.

Dans le cas de *Silvy*, quinze cents épingles ou aiguilles furent avalées.

Dans le cas d'*Otto*, de Copenhague, trois cent quatre-vingt-quinze aiguilles sortirent par divers points du corps sans déterminer aucune réaction locale.

Dans le cas du *Dr Birt*, deux cent cinquante-quatre épingles ou aiguilles furent extraites dans l'espace de quatre mois.

Le *Dr Bigger* a cité le cas d'une nourrice, à l'autopsie de laquelle on constata la présence de trois cents aiguilles disséminées dans tout le corps.

Le *Dr Kossinski* a rapporté l'histoire d'une jeune fille qui prétendait avoir avalé deux cents aiguilles et chez laquelle il fit l'extraction de seize aiguilles de différents endroits du ventre. Ayant remarqué que toutes ces aiguilles avaient leur chas tourné du côté de la peau, et se doutant de quelque supercherie, il pressa tant la malade que celle-ci lui avoua qu'elle avait introduit les aiguilles par la peau.

Enfin le *Dr Gillette* rapporte le cas du *Dr Le Paulmier*, dans lequel trois cent dix-huit aiguilles furent extraites par ce dernier chez une jeune fille de vingt ans.

Pour le diagnostic des aiguilles cachées sous la peau du corps humain, on peut employer, à l'instar des *Drs Porter* et *Mac-Donnell*, une aiguille aimantée du galvanomètre, aiguille proposée depuis bien longtemps par Smée ; ou bien une petite boussole de précision qui est déviée par l'aiguille si on prend la précaution d'aimanter préalablement cette dernière.

Pour l'extraction, je propose l'emploi de pinces à aiguilles et de pinces à faux que j'ai l'honneur de vous soumettre. La première présente une utilité incontestable par la raison que, lorsqu'on saisit les aiguilles avec des pinces ordinaires, celles-là présentent une certaine résistance, à laquelle on ne s'attend guère, et les pinces glissent sans les avoir saisies. Mes secondes pinces sont indispensables dans les cas où, après avoir fait l'incision de la peau, on tombe sur le milieu de l'aiguille. En cassant celle-ci en deux morceaux avec cette pince, on les extrait facilement, sans avoir besoin d'agrandir l'incision.

M. OLLIER

Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, correspondant de l'Institut.

SUR LA RÉSECTION DU COUDE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 3 septembre 1879.

M. Ollier fait une communication orale sur *la Résection du coude*. Il y a deux sortes de résections articulaires : celles qu'il faut répandre et celles qu'il faut restreindre. Pour le membre supérieur, les résultats opératoires sont supérieurs à ceux de l'expectation ou de la chirurgie conservatrice, tandis que c'est l'inverse pour le membre inférieur. M. Ollier se limite à la résection du coude. Au début de sa pratique chirurgicale, il pratiquait peu de résections du coude, et il avait une mortalité de 1/3. Aujourd'hui, il opère beaucoup plus souvent, et les statistiques qu'il a obtenues présentent une mortalité bien moins considérable; ce qu'il attribue non seulement aux progrès de la médecine opératoire, mais encore et surtout aux perfectionnements des méthodes de pansement. Malgré ses brillants résultats, la résection du coude n'est pas pratiquée en France aussi souvent qu'elle le mériterait, tandis que les chirurgiens étrangers, surtout les Allemands, en font un véritable abus. Il s'agit, par conséquent, d'en formuler nettement les indications. M. Ollier opère rarement, chez les enfants du premier âge, parce que la nature présente des ressources considérables ; le plus souvent, grâce à l'hygiène, au traitement tonique, à l'ignipuncture et à l'immobilisation, les arthrites du coude guérissent rapidement et d'une manière parfaite. Dans la seconde enfance, au contraire, et dans l'adolescence, M. Ollier résèque le coude de très bonne heure : on obtient ainsi une guérison plus rapide, une reproduction articulaire de même type, et le plus souvent un membre mobile, utile et fort. Le point important, pour la force du membre, est la reproduction du crochet olécrânien. Au delà de vingt ans, M. Ollier pratique moins souvent la résection du coude; car, tout en conservant la gaîne sous-périostée, il faut craindre la

laxité de la jointure et, par conséquent, l'inutilité du membre. Les résultats sont d'autant moins avantageux que l'opéré est plus avancé en âge. M. Ollier n'a point réséqué le coude au delà de 50 ans. — Chez les enfants, la guérison est la règle; M. Ollier n'a jamais eu de mort au-dessous de 25 ans.

Il y a une autre question intéressante ; c'est celle des indications dans les diverses affections diathésiques. M. Ollier a cherché depuis un ou deux ans à retrouver tous ses anciens opérés, et il est arrivé à cette conclusion que la résection du coude soulage souvent les malheureux tuberculeux, à titre de débridement articulaire, et qu'elle peut ainsi enrayer, du moins pour quelque temps, le processus destructif de la tuberculose. Cependant, ajoute M. Ollier, il n'est malheureusement que trop vrai que tout individu affecté d'une lésion osseuse spontanée est un candidat à la phthisie pulmonaire.

DISCUSSION

M. Rochard est convaincu que la résection du coude se pratique en France beaucoup plus souvent que ne le pense M. Ollier, et il ajoute que c'est à M. Ollier qu'on doit la vulgarisation de cette opération. Il demande ensuite à quel moment la résection doit être pratiquée, s'il faut attendre l'apparition de fistules, ou s'il suffit de constater l'arthrite.

M. Ollier répond qu'il opère dès les premiers symptômes de suppuration articulaire. D'autre part, il pense que les mauvais résultats obtenus par les chirurgiens allemands dans la dernière guerre, pour les résections traumatiques du coude, doivent être attribués principalement à la négligence et à l'inexactitude des pansements.

M. Seux dit qu'à Marseille on a pratiqué un grand nombre de résections du coude, mais qu'on n'a pas publié les observations. Les tuberculeux ont retiré de l'opération des résultats avantageux pendant quelques mois ; mais en définitive, ils ont tous succombé aux progrès de la diathèse ou à des accidents locaux (phlegmon, érysipèle).

M. Roustan dit également que la résection du coude a été faite un certain nombre de fois à Montpellier, notamment par M. Courty.

M. Houzé de l'Aulnoit cite un succès de la chirurgie conservatrice chez un adolescent qui avait une arthrite du coude avec fistules et qui a guéri parfaitement avec une ankylose. Il a également vu guérir par l'immobilisation un militaire qui eut le coude traversé par une balle pendant la guerre de 1870. Il fait ressortir à cette occasion les avantages de l'immobilisation sur les champs de bataille, et affirme que, grâce à elle, on peut conserver un grand nombre de membres sans être obligé de recourir à la résection.

M. Mondot cite le fait d'un matelot qui reçut une forte contusion du coude avec fracture du condyle externe de l'humérus. On mit le bras dans un appareil inamovible, et la guérison eut lieu avec ankylose incomplète après l'extraction d'un séquestre.

M. AGUILHON

SUR LE CHLORURE DE MAGNÉSIUM ET L'EAU DE CHATEL-GUYON

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. Aguilhon fait une communication orale sur *le chlorure de magnésium et l'eau de Châtel-Guyon* (Auvergne), en insistant sur l'analyse chimique de cette eau, sur l'action physiologique du chlorure de magnésium et ses propriétés purgatives.

DISCUSSION

M. Rouvier demande si, dans ses expériences, M. Aguilhon n'a pas observé d'ecchymose gastrique, ainsi que cela est arrivé pour l'*andrachné cadishaw*, qui est un purgatif énergique.

M. Aguilhon répond qu'on a constaté de la congestion pulmonaire et des ecchymoses sous-pleurales, mais rien du côté de l'estomac.

M. L. HENRI-PETIT

PERFORATION MÉCONNUE DU CRANE PAR DES TUMEURS PARACRANIENNES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 3 septembre 1879.

M. L.-Henri Petit lit un travail *sur la perforation méconnue du crâne par des tumeurs paracrâniennes*. Les tumeurs qui siègent autour du crâne peuvent perforer cette paroi osseuse, même dans une très grande étendue, et se mettre en contact avec le cerveau sans provoquer aucun accident. Rien, dans ces cas, ne peut donc avertir le chirurgien de cette éventualité.

L'ablation de ces tumeurs peut déterminer la mort pendant l'opération elle-même, par syncope, ou, quelques jours après, par méningite. Dans un petit nombre de cas, la survie a pu être assez longue pour permettre la cicatrisation de la plaie opératoire.

L'existence d'une céphalalgie continue, fixe, pongitive, peut, en l'absence de phénomènes cérébraux, faire soupçonner la perforation. Mais cette céphalalgie peut être marquée par des névralgies de la face. Les phénomènes cérébraux peuvent exister sans qu'il y ait perforation ; l'ablation des tumeurs paracrâ-

niennes non pénétrantes peut même déterminer une méningite ou la mort brusque sans méningite, de sorte que le chirurgien ne peut le plus souvent baser son diagnostic sur aucun indice certain.

On ne peut donc, en cas de mort, rendre l'opérateur responsable de la calamité qui a suivi son intervention.

DISCUSSION

M. Denucé appelle l'attention de M. Petit sur une belle pièce du professeur Alquié montrant la perforation du crâne par une exostose énorme.

M. Lancereaux eût désiré qu'on eût indiqué la nature histologique des tumeurs qui peuvent perforer le crâne.

M. Petit répond que ces tumeurs sont des polypes naso-pharyngiens, des carcinomes, des épithéliomes, des sarcomes, et, d'après la pièce citée par M. Denucé, on voit que les ostéomes peuvent arriver au même résultat.

M. LANCEREAUX

Membre de l'Académie de médecine, Agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

LE DIABÈTE MAIGRE ET SES RELATIONS AVEC LES LÉSIONS DU PANCRÉAS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 3 septembre 1879. —

M. Lancereaux présente une étude sur *le Diabète maigre et sur ses relations avec les lésions du pancréas.*

Il y a deux types de diabète : le diabète gras et le diabète maigre. Le premier a un début insidieux, se manifeste par l'obésité entre 20 et 30 ans, s'accompagne peu à peu de polydipsie, de polyphagie, de polyurie avec glycosurie légère ou intermittente, affecte une marche essentiellement chronique, et a une durée indéterminée. La mort a lieu à la suite soit d'un anthrax, soit d'un phlegmon, soit de gastrorrhagie, rarement de phthisie pulmonaire. On observe souvent le diabète gras chez les individus issus de parents goutteux ou graveleux. A l'autopsie, on ne trouve pas de lésion constante.

Le diabète maigre est tout différent. Début brusque au milieu d'une bonne santé, apparition rapide de la polydipsie, de la polyphagie, de la polyurie, et de la glycosurie, amaigrissement et affaiblissement progressifs, déchéance des fonctions génitales, marche continue, durée relativement courte (de 2, 3, 6 ans au plus) ; terminaison fatale, et fréquence de la phthisie pulmonaire qui débute par une pneumonie chronique à crachats visqueux et verdâtres ; tous ces caractères distinguent profondément le diabète maigre du diabète gras, sans compter l'énorme quantité d'urine et de sucre rendus dans les 24 heures. De plus, ici, l'étiologie est inconnue, et, dans les deux cas que M. Lancereaux

a examinés, il y a eu *destruction du pancréas*. Se basant, par conséquent, sur les données de la clinique et de la physiologie expérimentale, M. Lancereaux pense que le diabète maigre mérite une place à part en urologie et qu'il doit y avoir des relations étroites entre ce diabète et les lésions destructives du pancréas.

DISCUSSION

M. Thaon rapporte un fait de diabète maigre où les influences dépressives du système nerveux lui paraissent avoir joué un certain rôle.

M. Masse a observé une jeune fille diabétique à l'autopsie de laquelle on trouva les deux pneumogastriques comprimés par une série de tumeurs ganglionnaires. Il se demande s'il n'y aurait pas quelque rapport entre la lésion nerveuse et la présence du diabète.

M. Lancereaux fait observer que, dans les cas soumis à son examen, le pancréas seul était malade et que le plexus solaire notamment ne présentait aucune altération.

M. le Dr E. MASSE

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

DE L'INFLUENCE DU MOUVEMENT ET DE LA POSITION SUR LES ARTICULATIONS

— Séance du 3 septembre 1879. —

La fonction fait l'organe, c'est en vertu de cette loi que nous pouvons dire que le mouvement façonne l'articulation.

Tout ce qui constitue une articulation, les os, les ligaments, la synoviale, tous ces organes ont un développement, une forme, qui sont le résultat des mouvements que les muscles exécutent. Si par une cause quelconque, les mouvements sont modifiés ou troublés, la forme des extrémités articulaires sera changée ainsi que la longueur et la résistance des différents faisceaux ligamenteux.

Les ligaments ne jouent qu'un rôle secondaire dans les fonctions de l'articulation. Contrairement à ce qui est généralement admis, je crois que c'est le muscle qui dans les articulations tient le rang le plus important et qui subordonne à son influence tous les autres organes. C'est le muscle qui maintient la solidité des rapports qu'affectent entre eux les différents os, c'est encore le muscle qui limite partout les mouvements et qui modifie leur direction.

Pour le démontrer, il suffit de disséquer une articulation ; on peut

alors voir facilement que ce sont les muscles qui, dans les attitudes extrêmes, limitent les mouvements articulaires. Si l'on vient à faire des sections tendineuses ou musculaires autour de l'articulation disséquée, on peut, en portant les os jusqu'aux limites des différentes attitudes, constater que l'excursion articulaire a considérablement augmenté. Il faut, après les sections musculaires, atteindre un écartement angulaire plus considérable pour arriver à mettre en jeu la résistance des ligaments.

Ce sont donc les muscles qui sont appelés dans les fonctions normales de l'articulation à limiter les mouvements extrêmes des leviers articulaires. Les mouvements ont encore la plus grande influence sur la forme et la capacité de la synoviale.

La pression intra-articulaire varie dans différents temps de l'excursion de l'articulation. Des recherches nombreuses m'ont permis de mesurer les variations de capacité de la synoviale pendant les mouvements. J'ai établi par des procédés rigoureux la marche de ces variations et l'attitude correspondant au maximum de capacité de l'articulation ; je n'insiste pas sur ce point qui a fait le sujet de travaux que j'ai déjà publiés.

Je crois avoir démontré d'une manière très nette et très positive que le maximum de capacité de la synoviale se trouve sur la bissectrice de l'angle d'excursion des leviers articulaires (1).

Pour mesurer les variations de capacité de la synoviale, j'ai mis les différentes articulations en expérience en communication avec un manomètre gradué en centimètres cubes; les déplacements du liquide pendant les mouvements m'ont servi à mesurer les variations de capacité de l'articulation.

J'ai pu facilement faire inscrire sur un cylindre enregistreur par un flotteur muni d'une aiguille toutes les variations de capacité de la synoviale.

J'ai simultanément et parallèlement noté les variations angulaires par un procédé très simple, dont la première idée m'a été donnée par mon excellent confrère de la faculté de Bordeaux, M. le professeur Jolyet.

J'ai relié entre eux les deux leviers articulaires par un tube en caoutchouc mis en communication avec un tambour muni d'une aiguille.

L'étirement du tube dans l'extension, son retrait dans la flexion, amenant des variations de capacité proportionnelles aux angles parcourus, j'ai pu superposer au tracé graphique des variations de capacité de

(1) *De l'influence de l'attitude des membres sur leurs articulations au point de vue physiologique, clinique et thérapeutique.* Paris, A. Delahaye, 1878.

l'articulation, les variations simultanées d'écartement angulaire des leviers osseux.

Les tractions qui portent sur les articulations déterminent toujours un agrandissement de la cavité synoviale. C'est en partie à ce fait que l'on doit les bienfaisants effets de l'extension continue dans le traitement des arthrites chroniques. J'ai démontré ce fait en mettant en communication l'articulation avec un manomètre. J'ai noté la marche de l'accroissement de capacité de l'articulation sous l'influence de tractions de plus en plus énergiques.

Pour l'articulation coxo-fémorale, l'extension seule suffit à augmenter la capacité articulaire de 12 centim. cubes, la flexion forcée diminue la capacité de 16 centim. cubes.

Si l'on se place sur la bissectrice du mouvement articulaire de flexion, on obtient une augmentation de capacité correspondant à 14 cent. cubes.

Si l'on exerce alors des tractions suivant l'axe du membre, on voit la capacité de l'articulation augmenter encore. J'ai pu arriver, après de nombreuses expériences, à ce résultat approximatif que la capacité de la synoviale augmente sur le cadavre de 1 centim. cube environ pour une traction de 2 kilos ; une traction de 14 kilos a donné une augmentation de 7 centim. cubes.

Les tractions que l'on fait subir dans un but thérapeutique aux articulations peuvent avoir un rôle utile dans les maladies articulaires, en détruisant les contractures péri-articulaires.

Les contractures musculaires jouent en effet un rôle des plus néfastes sur l'évolution des maladies des jointures. Les muscles contracturés pressent l'un contre l'autre les leviers osseux ; ils compriment fortement les culs-de-sacs synoviaux ; ils augmentent en même temps la pression intra-articulaire.

L'extension continue, en faisant cesser les contractures, met l'articulation dans de meilleures conditions pour la guérison en diminuant les pressions que subissent les tissus enflammés.

Bonnet avait depuis longtemps recommandé d'assouplir les jointures malades pendant le sommeil chloroformique, avant de les immobiliser. J'attache à cette manœuvre une grande importance en ce qu'elle débarrasse l'articulation des contractures péri-articulaires. Si les os sont enflammés, pour peu qu'ils soient pressés, ils deviennent le siège de douleurs violentes ; pour peu que la synoviale soit hypérémiée et renferme une petite quantité de liquide, l'augmentation de la pression intra-articulaire devient le point de départ de douleurs très vives.

L'immobilisation, la compression, la cautérisation sont des moyens qui peuvent servir à compléter la guérison des maladies articulaires, en joignant leurs effets à celui de l'extension continue

Un point qui m'a souvent préoccupé, c'est le degré de résistance des différents culs-de-sac des synoviales dans les mouvements extrêmes. La pression d'une colonne de mercure de 10 centimètres de hauteur détermine la rupture du cul-de-sac tricipital dans l'articulation du genou. Des pressions diverses amènent la rupture du cul-de-sac sus-olécrânien au coude; l'articulation coxo-fémorale se rompt toujours en bas et en dedans; dans l'articulation de l'épaule, la rupture se fait le plus souvent au niveau du prolongement bicipital; dans l'articulation du cou-de-pied, c'est en haut et en arrière que se fait la rupture du cul-de-sac synovial. Dans certaines hydarthroses rapides, des contractions musculaires brusques peuvent amener la rupture des culs-de-sac synoviaux; ce sont les mouvements extrêmes qui exposent le plus l'articulation à ces graves accidents, la rupture se fait presque toujours sur le point le plus faible de la synoviale.

Il est souvent nécessaire de combiner l'extension continue avec l'immobilisation; l'extension continue permet de lutter contre l'atrophie musculaire, péri-articulaire, qui est souvent la conséquence des arthropathies. L'extension continue prévient la rétraction des muscles et de l'appareil ligamenteux pendant l'immobilisation; c'est surtout à ce titre que je considère ce moyen comme très précieux.

Grâce à l'extension continue, les muscles immobilisés ne s'atrophient pas et les ligaments conservent en partie leur souplesse.

L'inflammation passée, l'articulation guérie, le mouvement devient le moyen thérapeutique par excellence pour remédier aux lésions qui sont la conséquence de l'arthrite; c'est le mouvement qui régénère le muscle; le muscle à son tour façonne l'os, assouplit les ligaments et la synoviale.

La synoviale, redevenue normale, résorbera toute seule à son tour les produits épanchés, si les désordres anatomiques n'ont pas été trop profonds.

Le mouvement rétablit donc l'intégrité de l'articulation; c'est un des moyens thérapeutiques les plus actifs dans le traitement des maladies articulaires.

Pour prévenir l'atrophie des muscles condamnés à l'immobilité pendant le traitement des maladies articulaires, M. Verneuil électrise l'articulation sous le bandage inamovible.

Il n'est pas sûr qu'il ne soit quelquefois fâcheux de mettre ce moyen en pratique sur des articulations enflammées. L'extension continue pendant l'immobilisation me paraît arriver au même but sans présenter les mêmes inconvénients.

L'influence du mouvement sur l'articulation étant bien établie, il

reste à préciser exactement, au point de vue clinique, l'opportunité de son emploi dans le traitement des maladies articulaires.

Dans les maladies articulaires il sera souvent utile de mouvoir les articulations contracturées pour les assouplir avant de les immobiliser. Le chloroforme nous permet de réaliser cette manœuvre sans souffrances pour le malade. L'inflammation se guérira d'autant plus vite que l'articulation sera moins contracturée.

Les phénomènes inflammatoires passés, les mouvements serviront encore à régénérer les muscles atrophiés, les muscles à leur tour rétabliront les fonctions de l'articulation.

La position joue un rôle important dans le traitement des maladies articulaires, mais ce rôle est différemment compris par les chirurgiens. Il faut immobiliser le membre dans une bonne attitude.

En portant les articulations malades des attitudes extrêmes dans des attitudes moyennes, on augmente la capacité de l'articulation, on diminue les pressions intra-articulaires; la synoviale enflammée se trouve moins pressée, les os sont moins exactement rapprochés, plus mobiles. Si l'on immobilise une articulation, préalablement assouplie dans son attitude moyenne, on soulage les malades, on facilite la résolution des phénomènes inflammatoires dont l'articulation est le siège.

La position moyenne, quoique bonne pour la guérison, peut cependant être fâcheuse si l'ankylose survient comme conséquence d'une arthrite par exemple.

Il faut donc que le chirurgien renonce quelquefois aux bons effets antiphlogistiques de l'attitude pour éviter, en cas d'ankylose, une position mauvaise au point de vue des fonctions ultérieures des membres.

Si le chirurgien est obligé de renoncer à l'attitude moyenne, il faut qu'il assouplisse l'articulation, qu'il l'immobilise avec soin après l'avoir assouplie, enfin qu'il la soumette à l'extension continue pour corriger dans une certaine mesure les effets fâcheux de l'attitude.

La lésion articulaire guérie, pour rétablir les fonctions de l'articulation et rendre à tous les organes qui la constituent leur intégrité primitive, il faut que les mouvements rétablissent les muscles, les muscles à leur tour rétabliront l'intégrité de tous les autres organes.

MM. les Drs QUEIREL et Jules ROUVIER
De Marseille.

RECHERCHES STATISTIQUES SUR LA MENSTRUATION A MARSEILLE ET DANS LES BOUCHES-DU-RHONE

— Séance du 3 septembre 1879. —

Malgré son importance au point de vue de la population, le département des Bouches-du-Rhône n'a fourni qu'un petit nombre de documents relatifs à l'histoire de la menstruation. Il n'existe, à ce sujet, que deux statistiques fort incomplètes, l'une de Marc d'Espine, basée sur vingt-cinq observations, et l'autre de Bernard, sur cent six. Aussi les moyennes adoptées dans la science pour notre contrée ont-elles été établies sur des données tout à fait insuffisantes. Ces divers motifs nous ont engagés à reprendre cette étude.

I

PUBERTÉ

Nos recherches ont porté sur 258 femmes, nées pour la plupart à Marseille, ou au moins dans les Bouches-du-Rhône, de parents ayant la même origine.

On sait que Marseille est sous 43° 17′ 52″ de latitude et a pour température annuelle moyenne 14° 75.

Chez les 258 femmes que nous avons interrogées, la puberté ou plutôt la première éruption des règles s'est manifestée de 10 ans à 22 ans. Une seule d'entre elles, quoique bien conformée, n'avait jamais eu ses affaires. Si nous résumons dans un tableau les principaux âges auxquels correspond la première apparition du flux menstruel, nous trouvons qu'elle a son maximum de fréquence à 14 ans. Puis viennent les autres âges dans l'ordre suivant : 13 ans, 15, 11, 12, 18, 16 et 17, 12 1/2, 13 1/2, 14 1/2, 19 et 11 1/2, 10 1/2, 10 ans deux mois, 10, 16 1/2, 19 1/2, 20 et 22.

Numéros d'ordre.	Ages.	Nombre de cas.	Proportion (par 1,000).
14	10 ans	1	3.8
13	10 ans 2 mois	2	7.7
12	10 — 7 —	3	11.6
4	11 — « —	26	101
11	11 — 6 —	5	19
5	12 — « —	21	81.7

Numéros d'ordre.	Ages.	Nombre de cas.	Proportion (par 1,000.)
8	12 ans 6 mois.	10	38
2	13	45	175
9	13 — 6 —	9	34.8
1	14	47	183
10	14 — 6 —	6	23
3	15	28	109
7	16	14	54.5
14	16 — 6 —	1	3.8
7	17	14	54.5
14	17 — 6 —	1	3.8
6	18	16	62
11	19	5	19
14	19 — 6 —	1	3.8
14	20	1	3.8
14	22	1	3.8
14	jamais.	1	3.8

Comme il est facile de s'en assurer, l'âge moyen de la puberté dans les Bouches-du-Rhône est 13 ans, 8 mois, 4 jours.

Nous ne différons donc pas notablement de l'âge moyen, admis dans la science, d'après les deux statistiques réunies de Marc d'Espine et Bernard. Cet âge, en effet, est 13 ans, 7 mois et 24 jours, d'après le tableau de leurs 131 observations.

Ages.	Nombre de cas.	Proportion par 1,000	Ages.	Nombre de cas.	Proportion par 1,000.
10 ans.	3	23	16 ans.	14	107
11 —	14	107	17 —	2	15
12 —	21	160	18 —	4	31
13 —	27	206	19 —	»	»
14 —	24	183	20 —	1	8
15 —	21	160			

En réunissant nos 250 observations, les 25 de Marc d'Espine et les 106 de Bernard, nous trouvons, d'après un total de 399 observations, un âge moyen de 13 ans et 8 mois.

Ce chiffre se rapproche sensiblement de celui qui a été admis pour les villes voisines de Marseille : Toulon, Nîmes et Montpellier. Voici, en effet, l'âge moyen de la puberté dans ces dernières villes.

Pour Toulon, d'après 144 femmes, 14 ans, 5 jours;

Pour Montpellier, d'après 599 femmes, 14 ans, 1 mois, 26 jours;

Pour Nîmes, d'après 941 femmes, 14 ans, 3 mois, 2 jours.

Or, notons que Marseille, Toulon, Nîmes et Montpellier sont toutes quatre par le 43e degré de latitude, et qu'il n'y a entre elles qu'une différence de quelques minutes.

Sur les 258 femmes observées, 52 appartiennent à la classe aisée. Elles ont été réglées pour la première fois :

		Report..	20
1 à 10 ans	2 mois.	13 à 14 ans.	
2 à 10 —	7 —	2 à 14 —	6 mois.
7 à 11 —	» —	2 à 15 —	» —
2 à 11 —	6 —	2 à 16 —	» —
2 à 12 —	» —	1 à 18 —	» —
1 à 12 —	6 —	1 à 19 —	» —
11 à 13 —	» —	1 à 19 —	6 —
4 à 13 —	6 —		
A report.	20	Total . . .	52

L'âge moyen de la puberté, d'après ce tableau, est donc de 13 ans 4 mois et 7 jours, pour la classe aisée.

Si nous recherchons maintenant l'âge moyen dans les classes laborieuses, nous trouvons que ces 206 femmes ont été réglées :

1 à 10 ans.	26 à 15 ans.
1 à 10 — 2 mois.	12 à 16 —
1 à 10 — 7 —	1 à 16 — 6 mois.
19 à 11 — » —	14 à 17 — » —
3 à 11 — 6 —	1 à 17 — 6 —
19 à 12 — » —	15 à 18 — » —
9 à 12 — 6 —	4 à 19 — » —
34 à 13 — » —	1 à 20 — » —
5 à 13 — 6 —	1 à 22 — » —
34 à 14 — » —	1 jamais.
4 à 14 — 6 —	

L'âge moyen de la puberté dans la classe laborieuse est donc 14 ans 1 mois 15 jours, ce qui constitue un écart de 9 mois en faveur de la classe aisée. Leudet, s'occupant des mêmes recherches pour Rouen, avait trouvé un écart beaucoup plus considérable 1 an et 2 mois au lieu de 9 mois.

Sur ces 206 femmes de la classe ouvrière, 41 sont paysannes et habitent la campagne. Le premier flux menstruel s'est manifesté chez :

1 à 11 ans.	6 à 14 ans.
1 à 11 — 6 mois.	8 à 15 —
4 à 12 — » —	3 à 16 —
4 à 12 — 6 —	2 à 17 —
9 à 13 — » —	1 à 17 — 6 mois.
2 à 13 — 6 —	

Ce qui nous donne pour les femmes de la campagne un âge moyen de 13 ans 9 mois et 24 jours alors que l'âge moyen des 165 ouvrières de la ville est seulement 14 ans 1 mois et 23 jours.

En résumé, les femmes de la classe aisée sont plus précoces que les autres, probablement à cause des meilleures conditions hygiéniques de

leur existence. Après, viennent les femmes de la campagne qui, se trouvent comme les ouvrières des villes dans d'assez mauvaises conditions hygiéniques comme nourriture et habitation, mais ont sur ces dernières l'avantage de respirer un air plus pur, et d'être employées à des travaux plus salutaires pour la santé.

En dernier lieu se placent les ouvrières de la ville, dont la vie se passe en général dans un milieu hygiénique des plus détestables.

II

DURÉE DE L'ÉCOULEMENT MENSTRUEL

Sur les 258 femmes de notre statistique, 228 avaient régulièrement leurs affaires tous les mois. Sur ce nombre :

13	perdaient	pendant	1 jour.	14	perdaient	pendant	6 jours.
2	—	—	2 —	7	—	—	7 —
68	—	—	3 —	38	—	—	8 —
40	—	—	4 —	4	—	—	10 —
20	—	—	5 —	1	—	—	15 —

Si nous classons suivant l'ordre de fréquence ces jours, nous trouvons que la majeure partie des femmes à Marseille perd pendant 3 jours, après viennent successivement 4 jours, 8 jours, 5 jours, 6 jours, 1 jour, 7 jours, 10 jours, 2 jours, 15 jours.

La durée moyenne de l'écoulement menstruel dans notre département serait 4 jours et demi.

Sur ces 229 femmes, 5 étaient réglées tous les 15 jours, pour les autres la période intercalaire variait, en général, de 25 à 28 jours.

Nous avons rencontré six fois sur 258 femmes des déviations menstruelles des phénomènes supplémentaires.

Il nous a paru intéressant de rechercher la durée moyenne de la période cataméniale, suivant chaque tempérament, chez 166 femmes dont l'état général était bon, et pour lesquelles nous avions pu prendre des notes sur ce point.

Sur ces 166 femmes :

29 avaient un tempérament sanguin ;
57 — — lymphatique ;
17 — — nerveux ;
5 — — bilieux ;
35 — — lymphatico-sanguin ;
23 — — lymphatico-nerveux.

Sur les 29 femmes à tempérament sanguin :

1	perdait	2 jours.		1	perdait	5 jours.	
14	—	3 —		3	—	6 —	
7	—	4 —		3	—	8 —	

La durée moyenne de la perte est, chez ces 29 femmes, de 4 jours.

Sur les 57 femmes à tempérament lymphatique :

4	perdaient	1	jour.	6	perdaient	6	jours.
7	—	2	—	1	—	7	—
20	—	3	—	8	—	8	—
4	—	4	—	1	—	10	—
6	—	5	—				

La durée moyenne de la perte, chez ces 57 femmes, est de 4 jours 6 heures.

Sur les 17 à tempérament nerveux :

1	perdait	1	jour.	4	perdaient	4	jours.
2	—	2	—	1	—	5	—
5	—	3	—	4	—	8	—

La durée moyenne de la perte chez ces 17 femmes est de 4 jours 7 heures.

Sur les 5 femmes à tempérament bilieux :

1	perdait	1	jour.
2	—	3	—
2	—	8	—

Chez ces 5 femmes, la durée moyenne de la perte est de 4 jours 14 heures.

Sur 35 femmes, à tempérament lymphatico-sanguin :

1	perdait	1	jour.	3	perdaient	5	jours.
5	—	2	—	1	—	7	—
10	—	3	—	6	—	8	—
10	—	4	—				

Chez ces 35 femmes, la durée moyenne de la perte est de 4 jours 7 heures.

Sur 23 femmes à tempérament lymphatico-nerveux :

1	perdait	1	jour.	1	perdait	5	jours.
2	—	2	—	1	—	6	—
10	—	3	—	2	—	7	—
3	—	4	—	3	—	8	—

Chez ces 23 femmes la durée moyenne de la perte est de 4 jours et 4 heures.

On peut donc conclure de nos recherches que la durée moyenne de la perte est à peu près la même pour les différents tempéraments.

III

MÉNOPAUSE

Sur les 258 femmes de notre statistique, 44 avaient franchi l'époque de la ménopause.

Sur ce nombre :

2	avaient cessé d'être réglées à	32 ans.	1	avait cessé d'être réglée à	45 ans.
2	— —	33 —	2	— —	45 ans 6m.
1	— —	35 —	3	— —	46 —
1	— —	36 —	6	— —	47 —
1	— —	38 —	5	— —	48 —
1	— —	40 —	2	— —	49 —
1	— —	41 —	3	— —	50 —
3	— —	42 —	2	— —	52 —
2	— —	43 —	1	— —	54 —
4	— —	44 —	1	— —	57 —

D'après ces 44 femmes, l'âge moyen de la ménopause à Marseille serait 46 ans 11 mois et 17 jours.

Dans la classe aisée l'âge moyen, d'après 7 femmes, est 45 ans 2 mois et 17 jours, et dans la classe la laborieuse, d'après 37 femmes, 47 ans, 3 mois, 17 jours.

L'âge de la première apparition des règles ne paraît pas exercer une influence notable sur la ménopause comme on peut s'en assurer par le tableau suivant :

Age de la menopause	Nombre de cas	Age de la puberte	Age de la menopause	Nombre de cas	Age de la puberté
32 ans	2 cas	11 ans, 14 ans,	45 ans	1 cas	15 ans
33 —	2 —	12 —, 17 —,	45 ans 6 m.	2 —	15, 15 ans
35 —	1 —	13 ans, 6 mois	46 ans	3 —	15, 16, 18
36 —	1 —	14 ans	47 —	6 —	11, 14, 14, 13, 14, 15
38 —	1 —	13 —	48 —	5 —	11, 13, 14, 15, 17
40 —	1 —	13 —	49 —	2 —	12 1/2, 14
41 —	2 —	16 —, 14 ans	50 —	3 —	11, 11, 12
42 —	2 —	11 —, 18 —	52 —	2 —	12, 17 —
43 —	2 —	15 —, 15 —	54 —	1 —	14 —
44 —	4 —	15, 13, 12 1/2, 12	57 —	1 —	14 —

Parvenus aux limites que nous nous étions tracées, nous devons regretter de n'avoir pas eu en main des éléments plus importants de statistique.

Nous avons eu à lutter contre une difficulté très grande; nous étant tracé un cadre restreint, nous avons dû éliminer de nos recherches toutes les femmes étrangères à notre ville, et Dieu sait si le nombre en est considérable! Malgré cela, nous croyons avoir contribué, bien que faiblement, à élucider quelques points encore mal connus de la question, et nous trouvons dans cette conviction la récompense de notre travail.

DISCUSSION

M. Eustache s'élève de toutes ses forces contre les idées de M. le professeur Queirel et les repousse d'une manière absolue.

M. Chalot fait remarquer qu'on a tort d'opposer les faits les uns aux autres, et qu'au lieu de séparer la menstruation de l'ovulation, on doit les regarder comme deux éléments habituellement coïncidants et soumis à une même cause commune, l'afflux sanguin qui constitue le grand phénomène de l'érection.

M. Mondot ne comprend pas qu'on cherche à constester la valeur des travaux si connus de M. le professeur Rouget, car ils ont une autorité des plus considérables.

M. Rouvier qui a fait le mémoire en commun avec M. Queirel, dit que les faits ne sont pas en faveur de la théorie ordinaire et que la menstruation n'est pas l'effet immédiat de l'ovulation.

M. PÉCHOLIER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LES EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE L'OPIUM

(EXTRAIT.)

— Séance du 4 septembre 1879. —

CONCLUSIONS

J'affirme avec l'immense majorité des médecins de tous les temps, et quoi qu'en ait dit Brown, que l'opium est un sédatif direct, primitif et constant de la sensibilité.

Mais j'affirme avec Brown et contre l'opinion du plus grand nombre, que, sur toutes les autres fonctions de l'organisme, l'opium pris à des doses vraiment actives, exerce primitivement, chez la plupart des sujets une action excitante.

1° Ainsi, il anime le travail cardiaque et la circulation du sang.

Il augmente l'activité de la respiration.

Il élève la température du corps.

C'est un stimulant puissant des facultés intellectuelles. Il accroît pour le présent, l'activité de l'intelligence, la mémoire, l'aptitude au travail, il aiguise l'esprit, donne de la bonne humeur, de la gaîté, du bien-être. Il équivaut à lui seul à de fortes doses de café aidées par une pointe de vin de champagne. Le vin et le café réunis et mieux que cela encore, voilà l'opium.

Il n'a pas d'action hypnotique directe. Loin de là il fait très souvent fuir le sommeil.

Pour ce qui est de son effet sur les sécrétions, je confirme l'opinion commune. En sa qualité de stimulant, il augmente la sueur, et diminue, au contraire, les sécrétions internes.

Enfin, il suspend, ou plus tôt diminue très notablement tout au moins, le le mouvement de dénutrition et produit ce que j'ai appelé, depuis 1861, la *catalepsie de la nutrition*. C'est de là que j'ai tiré ma théorie de ses bons effets dans le diabète sucré.

Mais cette période excitante de l'opium est suivie, au bout d'un temps plus ou moins court et en vertu des lois ordinaires de l'organisme, d'un effet dépressif.

Cet effet dépressif, très pénible d'ailleurs, ne porte que trop le consommateur à réagir par de nouvelles doses sans cesse croissantes. De là pour lui les plus graves dangers.

A des doses toxiques énormes, la période d'excitation diminue ou même s'efface plus ou moins complètement. De là une vraie sidération comparable à celle que produirait, je suppose, l'ingestion en une fois d'un litre d'alcool.

M. de MUSGRAVE CLAY

de Pau.

SUR LA NÉCESSITÉ DE CRÉER DES HOPITAUX POUR LES PHTHISIQUES DANS LE MIDI DE LA FRANCE

(EXTRAIT.)

— *Séance du 4 septembre 1879.*

CONCLUSIONS

Deux questions se posent à propos de la création des hôpitaux pour les phthisiques.

1° Faut-il les créer ?

2° En cas de réponse affirmative, où faut-il les créer ?

Il faut les créer parce que les hôpitaux généraux ne répondent pas aux indications du traitement, et parce qu'il y a intérêt pour la société à conserver et à rendre à la santé des hommes que la maladie saisit en pleine période d'activité sociale et laborieuse.

Mais il ne faut pas les créer exclusivement, comme on l'a proposé, dans le Sud-Est de la France ; il faut en établir également dans le Sud-Ouest, car s'il y a deux formes de phthisie, une forme éréthique et une forme torpide, il y a aussi deux climats qui répondent à ces deux indications.

S'il y avait un troisième climat, il faudrait y créer un troisième hôpital.

La question a déjà été étudiée par MM. Bourneville, Grancher et Trélat : il est à souhaiter qu'un grand mouvement de l'opinion publique médicale assure la réalisation de cette idée.

M. MAIRET

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier.

ACTION DU NITRATE DE POTASSE AU POINT DE VUE DE LA DIURÈSE

(EXTRAIT)

— Séance du 4 septembre 1879. —

Le nitrate de potasse a une action diurétique évidente.

Le nitrate de potasse est un diurétique sanguin. Il agit en fluidifiant le sang par suite de son action sur les globules du sang ; en accélérant la vitesse du sang (expériences de Poiseuille) et peut-être en favorisant les phénomènes d'osmose... Le nitrate de potasse a une action passagère et qui se produit peu de temps après son administration pour durer une heure à une heure et demie environ, pour démontrer ce fait, il n'y a qu'à faire une fistule de l'artère chez un chien ; on peut voir que dix minutes environ après l'administration du sel, la filtration urinaire augmente, pour diminuer et revenir à sa normale progressivement. Cette augmentation dans la filtration urinaire suit complètement l'action du nitrate de potasse sur le sang; quand le globule sanguin est crénelé, la quantité d'urine rendue augmente, quand cette crénelure disparaît, la quantité d'urine revient à la normale.

M. A. COURTY

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LA DIVERSITÉ DES ALTÉRATIONS HISTOLOGIQUES DE L'UTÉRUS EN RAPPORT AVEC LA DIVERSITÉ DES INFLAMMATIONS DE CET ORGANE

(EXTRAIT)

— Séance du 4 septembre 1879. —

Nous ne pouvons donner ici qu'un résumé et, pour ainsi dire, les conclusions seules de ce long mémoire.

Il y a quelques années, je présentai à l'Académie des Sciences un mémoire intitulé : *Altérations histologiques de l'utérus dans leurs rapports avec les maladies de cet organe.* Il était, en quelque sorte, le programme de l'ouvrage dont le mémoire actuel sur les altérations histologiques de la métrite est un chapitre particulier.

Ce mémoire a pour but de démontrer que les diverses formes de métrites,

qu'elles tiennent manifestement à la diversité des localisations ou qu'elles paraissent tenir à une diversité de nature, se rattachent, comme les diverses sortes de maladies des autres organes, à la diversité même des altérations histologiques. C'est une constatation nouvelle de ce fait important mis en lumière par les recherches modernes, à savoir : qu'il faut toujours en venir à l'altération de l'élément pour l'intelligence des maladies d'un organe, comme aux propriétés normales et à la vie propre de l'élément pour l'intelligence de sa physiologie.

On a distingué plusieurs espèces de métrites, non seulement au point de vue de la diversité des causes, de la marche du processus morbide, de son mode de terminaison; mais encore de la localisation du travail pathologique.

Je n'ai rien à dire des métrites traumatique, spontanée, puerpérale, post-puerpérale, etc.; ni des métrites aiguë, chronique, etc.; ni des métrites leucorrhérique, granuleuse, hypertrophique, indurée, etc.

Quant à la localisation du travail pathologique, on s'est borné à l'envisager, eu égard aux divers segments ou aux principaux tissus en lesquels on peut naturellement décomposer l'organe. Ainsi on a distingué la métrite totale, de la métrite partielle (du corps ou du col); la métrite générale, de la métrite partielle (celle de la muqueuse, *endométrite* ou celle du tissu propre, *métrite parenchymateuse*).

C'est cette dernière division, fondée sur la localisation histologique du travail morbide, qui nous paraît la plus importante à connaître, et il faut convenir que, jusqu'à ce jour, c'est celle qui est la plus imparfaitement connue. Et pourtant que la métrite soit aiguë ou chronique, elle peut résider dans tel ou tel tissu, à l'exclusion des autres, non pas, si l'on veut, d'une manière absolue, mais à peu près certaine. C'est un premier point dont la constatation est assez aisée.

Un second point important à considérer est le suivant : non seulement la phlegmasie se limite à des tissus qui entrent dans la composition de l'organe; mais encore, suivant l'acuité, l'intensité, la durée, la période d'évolution de l'acte morbide, suivant la cause générale qui lui a donné naissance ou qui l'entretient, cette phlegmasie provoque dans le tissu qu'elle a atteint, une évolution qui peut en modifier la structure et les fonctions, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

C'est surtout lorsque la métrite est chronique (primitivement ou consécutivement), que l'on voit peu à peu s'accentuer dans un sens ou dans un autre les altérations dont nous parlons. En même temps, on peut recueillir des symptômes, subjectifs ou objectifs, essentiellement caractéristiques de l'acte morbide, non seulement coïncidant avec ces altérations histologiques, mais étant directement sous leur dépendance, puisqu'elles en sont souvent la conséquence immédiate.

Ainsi, l'observation très souvent répétée nous a appris qu'il ne suffit pas de distinguer les phlegmasies utérines en celles qui siègent sur la muqueuse et celles qui siègent dans le parenchyme. Mais dans la muqueuse il y a plus que des glandes tubulées et dans le parenchyme il y a plus que des fibres lisses. — Or, dans la muqueuse, l'inflammation peut atteindre les

glandes ou seulement leur épithélium, ou bien elle atteint seulement l'épithélium de revêtement de la muqueuse, ou le stroma dermoïque de cette membrane, ou le réseau vasculaire sanguin si riche et si souvent à prédominance veineuse et lacunaire (notamment pendant la gestation) qui en parcourt toute l'épaisseur, ou le réseau lymphatique dont la présence même a été si longtemps négligée, ou les éléments embryonnaires, les noyaux fusiformes ou fibroplastiques si nombreux dans cette muqueuse, ou bien enfin un certain nombre de ces éléments simultanément. — Dans le parenchyme (dénomination impropre), l'inflammation peut atteindre les fibres musculaires lisses qui forment plusieurs plans superposés, ou seulement certains groupes de ces fibres, ou le tissu fibrillaire (*vulgo* cellulaire ou conjonctif) interposé à ces divers plans, ou le réseau vasculaire sanguin, surtout veineux, si remarquable par ses lacunes et par ses relations avec les trabécules musculaires qui, pouvant l'étrangler et y retenir le sang, donnent au gonflement de l'utérus le caractère de l'érectilité et y provoquent des érections plus ou moins fréquentes, ou même les éléments embryonnaires fusiformes, qui, pour y être moins nombreux que dans la muqueuse, ne se rencontrent pas moins pour cela dans le parenchyme musculaire de l'utérus.

En outre, on ne peut nier que, même en agissant sur le même élément histologique, l'inflammation n'y développe, suivant les cas, des tendances diverses et n'y produise des altérations très différentes dans une circonstance et dans une autre. C'est à déterminer les conditions de cette diversité d'altération du même élément anatomique, sous l'influence de la cause en apparence unique et identique de l'inflammation, que doivent s'appliquer nos soins, pour y découvrir les sources d'indications thérapeutiques diverses, en rapport avec les altérations histologiques même qui sont les éléments caractéristiques essentiels des espèces de métrite pour lesquelles il s'agit d'instituer un traitement rationnel.

Voici, d'après de patientes observations entreprises sur un grand nombre de malades, quelles sont les altérations histologiques élémentaires qu'il m'a été donné de constater, comme caractéristiques des divers états morbides assez semblables entre eux, quoique différant par le siège, pour y être confondus sous le nom de *métrites*. Si je ne me trompe, ces distinctions ont sur la plupart des autres cette supériorité qu'elles correspondent aux distinctions que l'on peut établir parallèlement entre les tableaux symptômatiques des diverses métrites, qu'elles répondent seules et d'une matière positive, c'est-à-dire par une désignation anatomique, aux diversités de nature des inflammations utérines, qu'elles sont en conséquence les uniques bases de distinctions pathologiques exactes et d'une classification naturelle des divers états morbides connus sous le nom de métrite, qu'elles sont enfin les sources des véritables indications thérapeutiques. Ne pouvant écourter ce travail qui, par sa nature même, demande de grands développements, je dois me contenter d'en reproduire ici les *Conclusions :*

1° La métrite peut être aiguë, subaiguë ou chronique, soit que l'inflammation affecte la totalité de l'organe, soit qu'elle se borne à un de ses tissus constituants ou même à un de ses éléments histologiques.

2° Dans les métrites spontanées ou traumatiques, puerpérales ou postpuerpérales, comme dans les métrites spécifiques (catarrhales, rhumatoïdes, diphtéritiques, etc.), l'inflammation peut aussi atteindre tantôt la totalité de l'organe, tantôt un de ses tissus constituants, ou même un de ses éléments histologiques.

3° Que la métrite se termine par la leucorrhée, la suppuration, l'ulcération, la gangrène, ou par le ramollissement, l'hypertrophie, l'induration, on peut reconnaître que l'inflammation affecte tantôt la totalité de l'organe, tantôt un de ses tissus ou seulement un de ses éléments histologiques.

4° Que la métrite soit totale ou partielle (métrite de tout l'organe, métrite du corps, métrite du col), générale ou spéciale (cette dernière étant muqueuse ou parenchymateuse), elle peut encore, dans la partie ou dans le tissu de l'organe atteint à l'exclusion des autres, porter son action particulièrement sur l'un ou l'autre de ses éléments histologiques.

5° La localisation histologique élémentaire du travail morbide de l'inflammation aiguë et surtout de l'inflammation chronique, la moins connue jusqu'ici, est la plus importante à connaître. La concordance entre chaque altération histologique et chaque tableau symptômatique subjectif et objectif, est la meilleure source de détermination pathologique et d'indication thérapeutique.

6° L'inflammation particulièrement développée dans la muqueuse porte le nom de métrite *muqueuse* ou *endométrite;* celle qui atteint particulièrement le tissu musculaire et ceux qui s'associent avec lui dans la couche externe de l'organe, a reçu le nom de métrite *parenchymateuse.*

7° L'endométrite réside parfois exclusivement dans les glandes, elle en active la sécrétion et mérite le nom de *leucorrhéique,* ou y détermine l'hypertrophie engendrant les *polypes folliculaires* de Huguier (sessiles ou pédiculés); ou dans l'épithélium dont elle excite la prolifération superficielle, indépendante (m. *granulée*), ou dendritique, sous forme de végétation (m. *végétante*), ou associée à l'hypertrophie d'autres éléments (*adénomes*).

8° L'appareil vasculaire de la muqueuse est-il plus particulièrement atteint, le plus souvent il est congestionné : la métrite *congestive artérielle* est encore aisément curable ; mais la *métrite congestive veineuse* se présentant souvent avec des caractères de passivité qui font ressembler sa congestion à celle de la gestation (*congestion veineuse érectile, congestion veineuse gestative*) est toujours très difficile à guérir : c'est certainement d'elle que quelques praticiens, M. Scanzoni entre autres, ont pu dire qu'elle était incurable.

9° L'altération de l'appareil vasculaire dispose parfois le réseau vasculaire superficiel aux déchirures, aux hémorrhagies (*endométrite hémorrhagipare*). — Parfois cette tendance hémorrhagipare tient à l'hypertrophie vasculaire localisée sur un point, qui se trouve le siège d'une excroissance ou végétation fongueuse analogue à une hémorrhoïde (*endométrite fongueuse* ou *polypiforme hémorrhagipare*).

10° Enfin l'épithélium et les tissus sous-jacents, au lieu d'une tendance proliférante, sont atteints d'une tendance destructive qui donne à l'inflammation, suivant ses degrés, les caractères de *métrite suppurée, ulcérative ou ulcéreuse,*

gangréneuse, etc. — La phlébite suppurée, la lymphangite suppurée, l'adénite, sont des complications graves de certaines métrites, surtout de la métrite puerpérale, mais ne peuvent pas passer pour des espèces particulières de métrite. Rappelons seulement l'adénite périutérine comme un signe précieux de métrite ulcéreuse chronique, important à recueillir.

11° Le système cellulaire, le derme de la muqueuse, ses corps fusiformes ou éléments embryonnaires sont-ils atteints, leur inflammation peut donner naissance à ces hypertrophies superficielles qui, suivant leur étendue, leur forme, leur association à l'hypertrophie d'autres éléments, constituent l'*endométrite granuleuse, végétante, fongueuse, polypiforme*, etc., ou à une hypertrophie profonde qui peut revêtir le caractère d'*endométrite hypertrophique, ramollissante, indurée, totale* ou *partielle* : c'est elle qui, tout en étant bornée à une lèvre du col, suffit pour modifier la forme de l'orifice au point de causer la stérilité.

12° La métrite parenchymateuse, atteignant les éléments histologiques généraux, notamment le système vasculaire, peut prendre, comme l'endométrite, le caractère de métrite *congestive artérielle* ou *veineuse, active* ou *passive*, et présenter, comme celle-ci, avec laquelle elle coïncide assez souvent, des caractères de gravité au point de vue de la difficulté de la guérison. Ici encore la *métrite congestive veineuse passive* est assurément très difficilement curable.

13° Le tissu conjonctif, les éléments fusiformes peuvent aussi donner à la métrite parenchymateuse des caractères qui donnent naissance aux variétés *hypertrophique, atrophique, proliférante*, etc. Il est difficile souvent de décider si c'est dans l'un ou dans l'autre de ces tissus ou des éléments de ces tissus, ou si ce n'est pas dans le tissu musculaire que se développent certaines tumeurs, dont le point de départ est une véritable phlegmasie.

14° Les fibres musculaires lisses formant la plus grande partie de l'épaisseur de l'organe sont certainement le siège de prédilection de telles métrites, par exemple de la *métrite rhumatismale;* on en peut avoir pour preuves les douleurs sous forme de crampes ou de douleurs expulsives, comme pour l'accouchement, accusées par les femmes atteintes de ces sortes de métrites.

15° On y constate en outre trois espèces principales d'altérations bien distinctes : une simple hypertrophie, avec ou sans prolifération (*métrite parenchymateuse hypertrophique*) — du ramollissement avec infiltration ou dégénérescence graisseuse, qui n'est qu'un mode particulier d'atrophie (*métrite parenchymateuse atrophique, ramollissante*) — de la contraction plus ou moins douloureuse, suivie de rétraction, d'induration consécutive, avec diminution ou atrophie sensible des éléments, altération de forme de l'organe, etc. (*métrite parenchymateuse indurée rétractile*). Cette dernière forme est encore une de celles que l'on guérit le plus difficilement, si tant est qu'il soit possible de la guérir.

Ces conclusions ne donnent qu'une idée bien incomplète des développements par lesquels j'ai cherché à faciliter l'intelligence de plusieurs faits qui me paraissent nouveaux. Peut-être même en est-il encore bien d'autres qui restent voilés pour nous et que l'avenir nous découvrira. On est bien porté à le présumer lorsqu'on voit les opinions les plus contraires professées par des médecins

justement renommés, au sujet de la métrite : les uns englobent dans sa description la pathologie utérine presque entière, tandis que les autres, au nombre desquels est M. Emmet, de New-York, nient jusqu'à l'existence même de la métrite chronique.

M. Ch. ROUGET

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

PRÉSENTATION DE PLANCHES ET DE PIÈCES RELATIVES AUX ORGANES GÉNITAUX INTERNES DE LA FEMME

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. CLÉMENT

Médecin des hôpitaux, à Lyon.

APPLICATION D'UN NOUVEL APPAREIL DE RÉFRIGÉRATION AU TRAITEMENT DES MALADIES FÉBRILES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. Clément présente de nouveaux faits relatifs à l'application de son appareil de réfrigération au traitement des maladies fébriles. Il rappelle que le problème qu'il s'était posé était le suivant : « à l'aide de l'eau et sans mouiller le malade abaisser la température centrale, d'une quantité égale à l'abaissement produit par un bain froid général. » Ce résultat, il est facile de le prévoir, serait obtenu à l'aide d'un appareil de caoutchouc enveloppant la totalité ou la plus grande partie du corps, notre savant secrétaire, M. Franck, vient, en effet, de décrire un manchon analogue à l'aide duquel il peut à volonté élever ou abaisser la température d'un animal. C'est ainsi qu'il a pu faire tomber dans quelques cas la température d'un chat de 38° à 27°. Ce moyen serait dispendieux, difficile à appliquer en clinique.

Le problème se posait alors différemment et de la façon suivante :

« Sur quelle étendue de la surface cutanée suffit-il d'appliquer une masse d'eau de volume donné et de température voisine de 18° pour obtenir le résultat cherché ? »

M. Clément, ainsi qu'il l'avait déjà dit, a reconnu que la ceinture de caoutchouc de 1 mètre de long et de $0^m,80$ est suffisante dans la majorité des cas.

Deux procédés peuvent être employés.

1° Procédé lent : Laisser le malade pendant un temps assez long entre une heure et demie et trois heures dans la ceinture en renouvelant l'eau de vingt minutes en vingt minutes.

2° Procédé rapide, se rapprochant davantage de ce que l'on obtient par le traitement de Brand : Il consiste à administrer toutes les trois heures un bain de une demi-heure à trois quarts d'heure avec eau de 15 ou 18°, traversant la ceinture en courant continu.

Dans ce dernier mode, que M. Clément préfère, on obtient des abaissements très notables, ainsi que cela résulte de la lecture des tracés thermométriques qu'il fait passer. Ces tracés représentent environ 450 bains donnant un abaissement moyen supérieur à 1°.

Il a reconnu de plus que le lieu le plus favorable pour l'application locale du froid est l'abdomen et la région dorso lombaire. C'est donc à ce niveau qu'il faut placer la ceinture réfrigérante.

Tels sont les faits sur lesquels il tient à insister pour le moment. Quant aux phénomènes calorimétriques qu'il a observés, ils seront contenus dans le mémoire.

M. NEPVEU

à Paris.

DES EFFETS DE LA RÉTRACTION DES EXTENSEURS DU PIED, ET EN PARTICULIER DE L'ATROPHIE DE LA MASSE FIBRO-GRAISSEUSE MÉTATARSO-PHALANGIENNE

(EXTRAIT)

— Séance du 4 septembre 1879. —

La rétraction ou la contracture des extenseurs des orteils peut avoir pour conséquences l'atrophie du bourrelet fibro-graisseux métatarso-phalangien et l'annulation du pilier accessoire de la voûte du pied formée par les orteils. — Dans quelques cas le bourrelet est simplement déplacé, mais les effets sont les mêmes. La déviation des orteils, dans ces cas, constitue une difficulté plus grande pour la marche que dans la désarticulation métatarso-phalangienne où leur suppression est incomplète. Dans ces cas, la rétraction, et par suite la déviation, était bornée au gros orteil.

Le traitement de l'atrophie du bourrelet fibro-graisseux sous-métatarso-phalangien consiste à faire porter au malade un soulier spécial, qui empêche le pied de porter sur la tête des métatarsiens. — L'électricité pourrait certainement améliorer la situation en renforçant les fléchisseurs; mais le plus souvent la lésion est très ancienne.

Dans la rétraction des orteils en haut, la ténotomie a donné de bons résultats à M. Verneuil; les orteils sont ainsi replacés dans leur situation primitive et la marche peut s'effectuer sans douleur.

M. TERRILLON

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux.

DES EXCROISSANCES FONGUEUSES DE L'URÈTHRE, CONSIDÉRÉES COMME SYMPTOME DE LA TUBERCULISATION DES ORGANES URINAIRES DE LA FEMME

— Séance du 4 septembre 1879. —

Les végétations ou excroissances fongueuses de l'orifice du méat et du canal de l'urèthre chez la femme ont, jusqu'à présent, été considérées comme une maladie idiopathique. Si quelques auteurs ont admis des causes spéciales, ce sont ordinairement des causes mécaniques ou dues à une irritation du voisinage. Je crois pouvoir démontrer, en rapportant trois observations que j'ai recueillies dans les hôpitaux, qu'elles peuvent reconnaître une cause plus générale : la tuberculisation des organes urinaires de la femme.

Elles ont le même caractère que celles qui viennent sans cause connue et forment une masse plus ou moins volumineuse, d'aspect fongueux, rouge et framboisé, qui masque plus ou moins l'orifice du méat. Elles peuvent se prolonger dans le canal de l'urèthre et donner lieu à un rétrécissement du canal.

Un écoulement purulent plus ou moins abondant les accompagne. Les phénomènes douloureux, au moment du passage de l'urine, sont très accentués. Bientôt viennent s'ajouter les symptômes de la cystite purulente tuberculeuse, tenesme, urines troubles, hématuries légères. La cystite de la vessie et du col peut précéder l'apparition des excroissances fongueuses qui paraissent alors succéder à l'irritation continuelle de l'urèthre par le passage de l'urine purulente.

Tous les moyens classiques employés contre cette affection : cautérisation énergique, ablation, dilatation de l'urèthre, ne peuvent que servir de palliatif, puisque l'affection générale persiste. Les végétations peuvent reparaître après l'ablation. Elles sont souvent exagérées par les cautérisations fortes, au point de faire accuser le traitement de cette recrudescence des phénomènes douloureux et des altérations vésicales.

Le seul moyen qui semble indiqué consiste dans des attouchements avec une solution faible de nitrate d'argent, extérieurement et dans le canal de l'urèthre. On arrive ainsi à procurer un soulagement momentané.

Une fois reconnues, comme symptomatiques d'une lésion plus générale et plus profonde qui est la tuberculisation des organes génitaux, cette

affection indique un pronostic très grave. Aussi faut-il se garder de considérer la cystite et les autres phénomènes consécutifs, comme une lésion secondaire des excroissances ou comme une conséquence du traitement, mais la regarder comme un phénomène concomitant ou même précurseur. J'espère démontrer dans un mémoire plus complet que cette simple note, que plusieurs observations publiées par divers auteurs paraissent se rapporter à ce genre de lésions.

Obs. 1. — Résumé. — Rapp (Marie), 29 ans, entre dans le service de M. Gosselin, avril 1869.

Elle fut prise, il y a plusieurs mois, de douleurs vives en urinant, lesquelles s'accompagnèrent bientôt de phénomènes de cystite, de douleur quand elle était assise, et de ténesme violent. Soignée d'abord à Strasbourg, elle fut peu soulagée par un traitement du professeur Stoltz. Son urine devint purulente et les douleurs très vives en urinant apparurent.

Actuellement elle présente les symptômes suivants : petites végétations rouges à l'orifice de l'urèthre et dans le canal où elles saignent par le sondage. Cystite purulente avec ténesme et douleurs vives au moment de la mixtion.

On fait la cautérisation de l'urèthre, la dilatation de ce canal, des cautérisations de la vessie avec une solution de nitrate d'argent; le tout en vain, et on ne peut obtenir de soulagement complet ni durable.

La malade, très vigoureuse, devient maigre, pâle.

Cet état de souffrance se prolonge jusqu'au mois d'août. A cette époque la malade était extrêmement affaiblie et commençait à tousser, mais n'était nullement soulagée de sa cystite. Elle sortit de l'hôpital.

J'ai su qu'elle était morte quelque temps après, ayant eu tous les symptômes de la tuberculisation des poumons.

Obs. 2. — Résumé. — Bouko, 28 ans, mariée, entre dans le service de M. Verneuil le 26 mars 1872.

Cette femme se plaint depuis plusieurs mois de douleurs vives dues à la présence d'excroissances fongueuses de l'urèthre.

Ces douleurs arrivent surtout quand elle urine, et quand elle subit les approches de son mari. Il y a donc un peu de vaginisme. La position assise lui est souvent pénible.

M. Verneuil pratique la dilatation vulvaire contre le vaginisme et la cautérisation des fongosités avec le nitrate d'argent.

Le soulagement est peu durable et peu sensible.

La malade sort de l'hôpital le 30 avril.

Elle revient le 28 mai, souffrant davantage : les urines sont troubles, son état général s'est aggravé; elle a beaucoup maigri.

M. Verneuil fait l'ablation des fongosités aussi profondément que possible.

Le soulagement est peu sensible, la cystite continue et augmente.

Au mois de juin elle sort de l'hôpital. Mais j'ai pu avoir de ses nouvelles, car son mari était garçon de l'amphithéâtre des hôpitaux où j'étais alors prosecteur. Je sais que la cystite est devenue de plus en plus intense, et je l'ai vue

dans cet état deux fois. Les signes cavitaires du côté des poumons se sont accentués. Elle est morte, certainement phthisique tuberculeuse au mois de janvier 1873.

Obs. 3. — Résumé. — Pendant un remplacement que je fis à l'Hôtel-Dieu dans le service de M. Cusco, je pus observer le cas suivant :

Une femme de 40 ans me fut adressée par mon ami le docteur Raymond, alors chef de clinique de M. le professeur Sée, pour la débarrasser d'une grosse excroissance fongueuse de l'ouverture de l'urèthre. Cette femme avait depuis quelque temps de la cystite légèrement purulente, et son état général était très mauvais. Les jambes et le corps légèrement œdématiés étaient en rapport avec une albuminurie assez accentuée.

L'excroissance fongueuse framboisée avait le volume d'une grosse noisette. L'orifice de l'urèthre caché au milieu des papilles hypertrophiées était difficile à trouver. Ces fongosités se prolongeaient dans le canal.

L'auscultation indiquait déjà des râles fins et quelques craquements au sommet. Aussi d'accord avec le docteur Raymond nous pensâmes à une tuberculisation des organes urinaires, et je ne voulus faire aucune opération.

Je me contentais de faire des instillations d'une solution de nitrate d'argent au $\frac{1}{50}$ dans l'urèthre et la vessie.

J'arrivai ainsi à diminuer la cystite et l'état de souffrance de la malade; mais son état général alla en déclinant, l'affection pulmonaire augmenta rapidement. Elle retourna alors dans le service de M. Raymond où elle mourut tuberculeuse quelques mois après.

M. Alfred HOUZÉ DE L'AULNOIT

Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Lille, Membre correspondant de la Société de chirurgie.

NOUVELLE MÉTHODE D'APPRÉCIER LA MARCHE DE LA CICATRISATION ET LES MODIFICATIONS DE VOLUME DES ORGANES

— Séance du 4 septembre 1879. —

L'adoption des tracés pour recueillir et enregistrer l'état de la circulation, de la respiration et de la température a été le point de départ, pour la clinique et la thérapeutique, d'un immense progrès.

La clinique, grâce à la méthode graphique, a été à même de mieux observer les modifications que la maladie fait éprouver aux phénomènes physiologiques et la thérapeutique, en s'appuyant sur leurs

révélations, a pu mieux apprécier l'action que certains médicaments impriment aux mouvements du cœur et des poumons, ainsi qu'à la chaleur animale.

J'ai pensé qu'un semblable moyen pourrait être utilisé par la chirurgie pour suivre pas à pas la marche de la cicatrisation et arriver ainsi à poser les principes qui président à la réparation des tissus. Et quand on constate que cette réparation est modifiée par l'âge, le sexe et la force du sujet, la forme et l'étendue de la perte de substance, ainsi que par l'influence des milieux, des topiques, des pansements, de la position de l'organe et de l'alimentation, on est en droit de s'étonner qu'on n'ait pas fait jusqu'à ce jour de plus grands efforts pour arriver à la solution de tant de problèmes qui se recommandent aux observateurs et qui intéressent si vivement les chirurgiens.

Sans m'exagérer l'importance de ces tracés par suite des causes nombreuses qui peuvent activer ou retarder la marche de la cicatrisation, il m'a donc semblé que l'observation comparative en serait plus facile et que la science ne pourrait que gagner à avoir comme élément d'appréciation des données d'une précision mathématique, au lieu de ces vagues et incertains souvenirs qu'une description même très fidèle ne peut éclairer d'une vive lumière.

Les dessins graphiques de la marche progressive du tissu cicatriciel devront être pris après la chute des escarres, au début de la période granuleuse et recueillis, soit tous les jours, soit, si la plaie est protégée par un appareil inamovible, tous les cinq jours.

Pour les obtenir, le moyen qui nous a paru préférable au compas est l'application, sur la surface, d'un papier transparent, permettant, à l'aide d'un crayon, de suivre très exactement tous les contours de la solution de continuité, ou, encore, d'un papier brouillard qui se laisse mouiller par l'humidité de la plaie.

Après chaque opération, on peut découper le papier en y mettant la date, ou le décalquer immédiatement sur la feuille, qui doit enregistrer toutes les lignes concentriques. De cette méthode, il résulte que, d'un simple coup d'œil, on peut :

1° Se rendre compte de la marche plus ou moins rapide de la cicatrisation aux diverses périodes du traitement;

2° Apprécier les modifications qui surgissent dans la forme des tracés pendant la durée de la réparation;

3° Et, après la complète cicatrisation, être renseigné d'une manière très exacte sur le degré de rétractilité.

Un des plus grands avantages de cette méthode est de pouvoir juger quel est le mode de pansement le plus favorable aux diverses périodes de la cicatrisation. Telle substance, comme le chlorure de sodium,

peut être très utile au début pour activer la formation de la substance granuleuse et ne plus convenir à la fin du traitement.

Dans ce dernier cas, il pourrait être avantageusement remplacé par le vin aromatique, les astringents ou toute autre substance.

Peut-être à l'aide de ces tracés pourrait-on juger la valeur du pansement ouaté ou de ceux qui ont pour base l'alcool, la glycérine, l'acide phénique ou l'eau salée ; si on les applique à l'appréciation des changements de volume, on ne s'exposera pas à faire une trop forte compression au début du traitement des fractures et des luxations. Eux seuls peuvent, avec une certitude absolue, indiquer à quelle époque il est permis de recourir à l'application des appareils inamovibles, sans exposer les malades aux fâcheux effets de l'étranglement.

Sans vouloir m'étendre davantage sur les avantages de cette méthode graphique, je veux me contenter dans cette note de reproduire les applications que m'a fournies l'enregistrement, de cinq jours en cinq jours, d'un phlegmon gangréneux du pied, et montrer comment il m'a été possible, en calculant les surfaces circonscrites par ces tracés, de dresser la courbe fournie par le travail. Dans un autre mémoire je ferai connaître les modifications imprimés au volume d'un membre pendant les premiers jours qui suivent les fractures, les luxations et les contusions. Les nombreux tracés que j'ai recueillis me font espérer de pouvoir, comme pour la cicatrisation, poser des lois à peu près invariables.

On trouvera plus loin les applications que j'ai tirées de ces chiffres.

DES DIVERS MOYENS D'APPRÉCIER LES SURFACES CIRCONSCRITES PAR LES TRACÉS CICATRICIELS

Pour transformer en centimètres carrés soit les surfaces envahies par la cicatrisation, soit la diminution progressive de la plaie, on peut recourir à l'un des trois moyens suivants :

1° Calculer les surfaces d'après les données géométriques ;

2° Peser, à l'aide d'une balance donnant les milligrammes, le papier sur lequel se trouvent inscrites les zones, après avoir déterminé le rapport entre le poids et la surface ;

3° Ou additionner, sur un papier quadrillé, le nombre des petites surfaces circonscrites par les tracés cicatriciels, en admettant qu'un centimètre carré soit divisé en quatre ou cinq parties.

Le premier moyen, est loin de donner un résultat très exact, à cause de l'irrégularité des tracés.

Si, au contraire, on a recours à la seconde méthode, qui consiste à

peser le papier, on obtient des chiffres qui s'éloignent, d'une manière assez sensible, de ceux obtenus par le calcul géométrique.

La troisième méthode est beaucoup plus rapide que les deux premières. Il suffit de compter, sur un papier quadrillé, les surfaces circonscrites par les zones, en comptant pour un celles dont plus de la moitié est en dedans du tracé, et en négligeant celles dont moins de la moitié est en dehors. A cause de sa simplicité, cette méthode sera probablement adoptée par les cliniciens. Je donne la préférence à la seconde, qui me paraît plus exacte. La première n'est pas d'une application facile.

En résumé, d'après les données de la projection obtenue par la méthode de la balance, on peut conclure :

1° Que la plaie d'un anthrax, dont nous avons l'observation sous les yeux et que l'espace ne nous permet pas de publier dans cette note, qui a mis cinquante-six jours pour arriver à parfaite cicatrisation, a diminué dans les dix-huit premiers jours, des deux tiers. Le dernier tiers a exigé les trente-huit derniers jours de travail;

2° Que le moment le plus rapide a été du premier au sixième jour, où la diminution a été de $0^{m},42^{cc}$: puis du 6e jour au 12e, où, de $0^{m},70^{cc}94^{mc}$, la surface s'est réduite à $0^{m},52^{cc}$, diminuant ainsi de $0^{m},18^{cc}80^{mc}$.

Fig. 79.

En un mot, marche très rapide pendant les dix-huit premiers jours; marche très lente les trente-huit jours suivants.

Un point intéressant : c'est la forme de la plaie qui, d'abord circulaire, s'est transformée plus tard en une cicatrice triangulaire.

Dans un autre cas où il existait une large perte de substance consécutive à un phlegmon gangréneux diffus de la face dorsale du pied, chez une femme âgée de 78 ans, quatre incisions furent faites le 14 février : pansement à l'eau salée. A dater du 26 février, les tracés furent ensuite enregistrés avec

beaucoup de soin de cinq jours en cinq jours par M. Decouvelaert, interne, et M. Gauvin, externe du service, jusqu'au 16 avril, époque de la complète cicatrisation.

Sur la figure 79 ci-jointe, on peut se rendre compte, d'après des tracés pris de cinq jours en cinq jours, de la marche de la cicatrisation, et sur la figure 80, de la projection fournie par chacune des surfaces transformées en centimètres carrés.

ÉVALUATION DES SURFACES LIMITÉES PAR LES TRACÉS CICATRICIELS, PAR LA MÉTHODE DE LA BALANCE

Nous devons à l'obligeance de M. Robillard la note suivante :

Quatre centimètres carrés du papier qui a servi à prendre les tracés ci-après pèsent ensemble 38 milligrammes; 1 centimètre carré de papier pèse donc 9 milligrammes 5. Donc 9 milligrammes 5 représentent, en surface, 1 centimètre carré ; autant de fois 9 milligrammes 5 seront contenus dans les poids des différentes zones, autant nous aurons de centimètres carrés.

Le 1er tracé pèse	. . . . .	695	milligrammes.
Le 2e	»	538	»
Le 3e	»	358	»
Le 4e	»	220	»
Le 5e	»	150	»
Le 6e	»	120	»
Le 7e	»	65	»
Le 8e	»	42	»
Le 9e	»	15	»
Le 10e	»	5	»

En faisant les divers calculs, on obtient :

Pour le 1er	tracé :	0m,70	» cent. carrés,	le 26	février	1879.
» le 2e	»	0m,56.63	»	le 3	mars	»
» le 3e	»	0m,37.68	»	le 8	mars	»
» le 4e	»	0m,23.15	»	le 13	mars	»
» le 5e	»	0m,15.78	»	le 18	mars	»
» le 6e	»	0m,12.63	»	le 23	mars	»
» le 7e	»	0m,06.84	»	le 28	mars	»
» le 8e	»	0m,04.42	»	le 2	avril	»
» le 9e	»	0m,01.58	»	le 7	avril	»
» le 10e	»	0m,00.52	»	le 12	avril	»

CONCLUSIONS DE L'AUTEUR

En recherchant les différences qui existent entre la surface du premier tracé et du second, du second et du troisième, etc., nous obtenons les résultats suivants qui nous permettront de dresser en projection la marche progressive de la cicatrisation :

Surfaces			Différences		
0m,70.	» cent. carrés,	moins	56.63	13.37	
0m,56.63	»	»	37.68	18.95	= 0m,46cc85
0m,37.68	»	»	23.15	14.53	
0m,23.15	»	»	15.78	7.35	
0m,15.78	»	»	12.63	3.15	
0m,12.63	»	»	6.84	5.79	= 0m2,3cc15
0m,06.84	»	»	4.42	2.42	
0m,04.82	»	»	1.58	3.24	
0m,01.58	»	»	0.52	1.06	

A l'aide de ces chiffres, il nous est facile de dresser la projection ci-jointe (fig. 80).

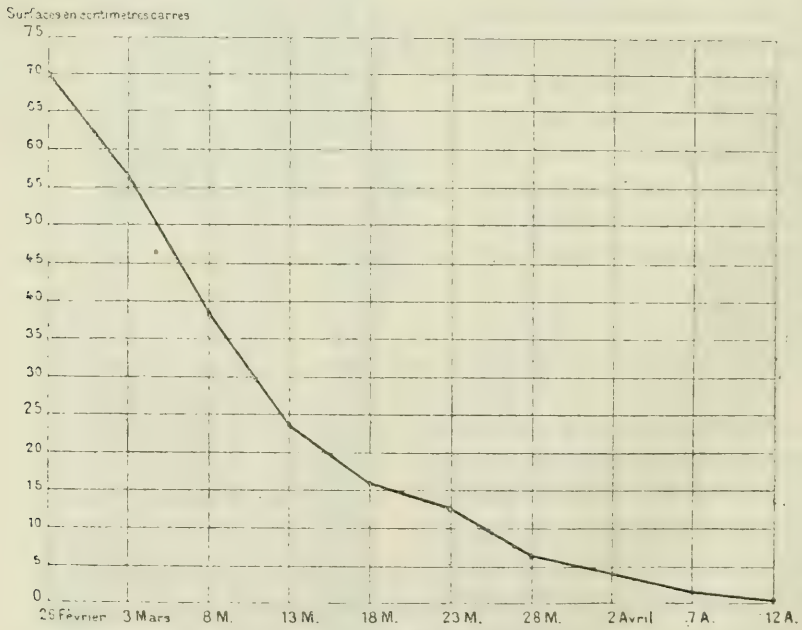


Fig. 80.

Loi de la marche de la cicatrisation. — En additionnant les trois premières surfaces cicatrisées pendant les quinze premiers jours, on

obtient $0^m,46^{cc}85^{mm}$ ou les deux tiers. Si de $0^m,70^{cc}$, surface totale et primitive, on soustrait $0^m,46^{cc}85^{mm}$ on a $0^m,23^{cc}15^{mm}$, ou un tiers pour le travail cicatriciel obtenu pendant les trente-cinq derniers jours.

Cette loi qui n'avait jamais été posée, s'est également vérifiée dans une observation d'anthrax du dos.

En effet, en résumant cette observation, nous voyons que la surface totale à cicatriser était de $0^m,112^{cc}82^{mm}$ que, dans le premier tiers du traitement qui a été de dix-huit jours, la durée totale ayant été de cinquante-six jours, la cicatrice a recouvert $0^m,76^{cc}28^{mm}$, et dans les deux tiers suivants de la durée du traitement, c'est-à-dire pendant les trente-huit derniers jours, le travail cicatriciel s'est étendu sur le dernier tiers, dont la surface était de $0^m,36^{cc}54$. On peut mettre ainsi en présence les rapports de la marche de la cicatrisation avec les différents temps de la durée du traitement.

Surfaces.	Durée du traitement.
0^m, $76^{cc}28$	18 premiers jours.
0^m, $36^{cc}54$	38 derniers jours.
$0^m,112^{cc}82$	56 jours.

Il est permis de supposer que cette loi se reproduira également lors de la réparation de toute autre perte de substance en général.

Dans notre première observation comme dans la seconde, cette loi se vérifie avec une précision vraiment mathématique ; en effet, pendant les dix-huit premiers jours, il y a eu cicatrisation des deux tiers de la surface et pendant les trente-huit jours suivants du dernier tiers.

D'où on peut conclure, d'après ces deux observations :

1° Que le premier tiers de la durée du traitement produit un travail cicatriciel deux fois supérieur à celui qui s'accomplit pendant les deux autres tiers ;

2° Que, connaissant le temps pendant lequel les deux premiers tiers d'une plaie seront cicatrisés, on peut, à moins de complications imprévues, déterminer le temps nécessaire pour obtenir la complète cicatrisation de la plaie tout entière.

Les révélations des tracés nous paraissent donc de nature à ne pas moins intéresser le médecin légiste que le chirurgien.

Réflexions. — En exposant avec tant de détails la manière de dresser les tracés cicatriciels d'un phlegmon gangréneux du pied que nous avons pris comme exemple, nous avons voulu qu'on n'éprouvât pas la moindre hésitation à adopter une méthode qui seule peut permettre d'apprécier, avec la rigueur mathématique, le travail de la cicatrisation d'une plaie, ainsi que l'étendue de la rétraction. Sous ce dernier point

de vue, dans l'observation de l'anthrax, en l'espace de deux mois, du 27 décembre au 28 février, le tissu cicatriciel a diminué la surface primitive des deux tiers, puisque de 108cc, il s'est réduit à 36cc, et dans celle du pied, en cinquante jours, cette diminution a été des deux cinquièmes.

Ces tracés pourraient être également appliqués pour apprécier les changements de volume des organes, soit dans leur fonctionnement physiologique : tel que l'utérus gravide ; soit sous l'influence d'un état pathologique : tel que le foie atteint de cirrhose ; ou les épanchements de sérosité dans la poitrine, dans l'abdomen, dans la tunique vaginale ou dans les cavités articulaires.

Nous avons obtenu des résultats très intéressants, en suivant pas à pas l'augmentation de volume des enveloppes scrotales à la suite de l'opération de l'hydrocèle et surtout le gonflement à la suite de fracture, de contusion ou de luxation des membres, étude qui nous a permis de déterminer à quelle époque il était permis d'appliquer les appareils silicatés sans crainte d'étranglement.

Nous serons en mesure, grâce à cette méthode, de fournir, d'ici peu, en projection, de nombreux exemples de la marche ascendante ou décroissante que présentent si fréquemment les organes et les tumeurs.

Nous ne doutons pas qu'il ne résulte de cette étude de nombreuses applications à la thérapeutique chirurgicale et médicale.

Nous avons de plus pensé qu'en vulgarisant ce mode d'observation, c'était le seul moyen de discuter la valeur des nombreuses médications mises chaque jour en avant par nos confrères et de se faire une opinion sur celles qui pourraient être employées avec le plus de succès, soit au début, soit à la fin d'un traitement.

Si, dans toutes les cliniques, on consentait à recueillir tous les tracés qui s'offrent à l'observation des maîtres ou des élèves, on aurait bientôt de nombreux termes de comparaison, pour résoudre la question si controversée de la marche de la cicatrisation, suivant les âges, les constitutions et les maladies des tissus, et on serait ainsi amené à pouvoir recommander, avec certitude, le mode de traitement le plus efficace aux diverses périodes de la reproduction d'une perte de substance.

De la lecture du travail de Delpech et des articles d'ailleurs si complets et si bien rédigés sur la cicatrisation, dans nos nouveaux dictionnaires par MM. Legouest (1) et Panas (2), il résulte que de nouvelles études sont indispensables pour suivre pas à pas et presque jour par jour le travail de réparation.

(1) *Dictionnaire des Sciences médicales*, t. XVII, p. 196. — Cicatrices. — Cicatrisation.
(2) *Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie*, t. VII, p. 587.

Il sera, je pense, facile de combler cette lacune, en s'appuyant sur la méthode d'appréciation que je propose dans ce travail à tous ceux qui ne veulent faire progresser la science qu'en s'appuyant sur les données d'une observation exacte et positive.

M. AUQUIER

De Montpellier.

SUR LE DÉCOLLEMENT HYALOÏDIEN

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. FANTON

De Marseille.

PRÉSENTATION D'UN SALPINGOTOME

(EXTRAIT)

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

MESSIEURS,

Dans la très intéressante communication (1) qui nous a été faite par M. Roustan, l'éminent professeur agrégé de la faculté de Montpellier a précisé une indication nouvelle de l'application de la *salpingotomie*. Cette opération jusqu'ici réservée à la destruction des adhérences des parois du pavillon consécutives à des ulcérations de nature spécifique, trouvera dorénavant une indication nouvelle dans les cas d'oblitération incomplète de l'ouverture de la trompe par l'épaississement de la muqueuse qui recouvre le pavillon.

Pour des raisons anatomiques très justes et très nettement détaillées et sur lesquelles nous ne reviendrons pas, M. Roustan a fixé le lieu d'élection de la salpingotomie au milieu du bord postéro-interne du pavillon de la trompe.

Pour faciliter le manuel opératoire, M. Roustan a fait confectionner un salpingotome très ingénieux, mais qui nous paraît devoir, dans la pratique, offrir quelques difficultés à la manipulation.

(1) Voir ci-dessus, page 949.

La courbure de la sonde, déjà très accentuée par elle-même, est encore augmentée par les deux valves qui cachent la lame, et il y aurait à craindre, soit que l'appareil ne puisse pas être introduit, soit encore qu'une fois introduit, le mouvement de rotation qui amène le bec de la sonde à l'ouverture de la trompe ne puisse être accompli.

Pour obtenir de la salpingotomie tous les résultats que l'on est en droit d'en attendre, il importe certainement que l'incision atteigne la plus grande étendue possible dans les parois du canal d'Eustache, il faut donc que la sonde conductrice pénètre dans ce canal et s'y introduise le plus avant possible.

Pour être sûr que le bec de la sonde a pénétré dans le canal et non dans la fossette de Rosenmuller ou ailleurs, je ne crois pas qu'il y ait un moyen plus pratiquement précis que celui de l'auscultation par l'otoscope de Toynbée, c'est pourquoi il est regrettable que l'instrument de M. Roustan ne permette pas de faire l'insufflation de la trompe et de préciser nettement la position de l'appareil avant d'opérer.

La sonde une fois placée demeure difficilement en place et la marche de la lame dans le salpingotome dont nous parlons tendra bien souvent à déplacer la sonde conductrice en la faisant sortir du canal d'Eustache.

Pour obvier, Messieurs, aux divers inconvénients que je viens de signaler, j'ai l'honneur de vous soumettre un appareil dont je ne puis vous présenter malheureusement que le dessin.

La lame est dissimulée dans la sonde elle-même et n'augmente pas le calibre de l'instrument. Elle atteint jusqu'au bout du bec de la sonde, et l'extrémité externe du salpingotome peut recevoir un appareil insufflateur quelconque.

Le maniement de cet instrument peut se faire d'une seule main, et le mouvement imprimé à la sonde pour faire saillir la lame tend en même temps à faire pénétrer l'instrument plus profondément dans la trompe.

De nombreux appareils ont été inventés jusqu'à ce jour pour pouvoir faire pénétrer dans l'oreille moyenne des injections de vapeur ou de liquide médicamenteux. Il serait trop long de les énumérer tous et surtout d'indiquer leur défectuosité. Qu'il me suffise de dire que presque toujours très encombrant et d'un maniement très difficile, ils ne peuvent servir qu'à un seul mode de ces injections, aucun ne permet de préciser avant l'injection, la pénétration certaine du bec de la sonde dans la trompe.

L'appareil que j'ai l'honneur de vous présenter, Messieurs, me paraît avoir tous ces avantages : il peut être tenu dans une seule main et peut, suivant l'inclinaison du flacon récepteur, être tantôt un appareil à injections liquides, tantôt un appareil à injections de vapeurs ou de gaz.

L'appareil se compose :

1° D'une poire à insufflations appelée à chasser l'air, les gaz ou les liquides ;

2° D'un flacon à trois tubulures; l'une reçoit le tube qui la met en communication avec la poire à insufflation. La tubulure médiane reçoit un thermomètre qui permet d'apprécier la température du gaz, de la vapeur et du

liquide à injecter; la troisième tubulure reçoit un tube qui peut être recourbé en U et cette courbure peut être graduée pour mesurer la quantité de liquide à injecter. Nous dirons de suite que cette petite particularité ne présente qu'un avantage théorique.

L'extrémité du tube qui est dans le flacon doit rester dans le quart supérieur de ce flacon; elle est mise en contact avec le liquide lorsque cela devient nécessaire, par une simple inclinaison du flacon. Par son autre extrémité, le tube se continue avec un tube de caoutchouc qui se termine par une sonde d'Itard, de Triquet ou de Miot. En plaçant le flacon à trois tubulures dans un bain marie, on peut donner à l'injection la température voulue.

La disposition de cet appareil nous permet, par ce fait, en tenant le flacon d'aplomb, de faire d'abord une insufflation d'air, et de nous assurer, par l'auscultation, que la sonde, étant dans la trompe, l'injection atteindra sûrement cette partie, et nous ne sommes pas ainsi exposé à envoyer dans le pharynx ou dans le nez une injection que nous destinions à l'oreille moyenne.

M. MONDOT

à Oran.

SUR UN CAS DE FISTULE ANALE (1)

Séance du 4 septembre 1879.

M. DALLY

de Paris.

DÉFORMATION SCOLAIRE DE LA COLONNE VERTÉBRALE (2)

Séance du 4 septembre 1879.

---

(1) Voir l'observation relative à cette communication dans la thèse de M. Antoine Lon?, Montpellier 1874; page 33.
(2) Voir *Revue d'Hygiène* 1879.

M. VIBERT

de Puy en Velay.

CAS DE DÉFORMATIONS MULTIPLES DU SQUELETTE

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

L'ordre du jour de la section des sciences médicales comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance, faute de temps; nous en reproduisons les titres ci-après :

M. Ch. Brame (de Tours). — Sur le prolapsus utérin.

M. Krishaber. — De la laryngotomie inter-cricothyroïdienne.

M. Ed. Landowski. — Observations médicales sur le climat algérien pendant l'hiver 1878-1879.

M. E. Lantier. — Notice sur les perfectionnements apportés à l'aspiration pneumatique, par le Dr E. Lantier, etc.

M. Mignot (de Chantelle). — Remarques sur la contagiosité de la rougeole et sa prophylaxie.

M. D. Mollière (de Lyon). — Luxation ancienne du long péronien latéral guérie par la ténotomie et l'avivement sous-cutané.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION

MM. Gille et Madsen. — Pharmacopée universelle.

M. Macé. — Pharmacie galénique.

M. A. Petit (de Royat). — Cartes des principales eaux minérales d'Auvergne.

M. Seguin (de New-York). — Unité internationale en médecine.

4me Groupe

SCIENCES ÉCONOMIQUES

13e Section

AGRONOMIE

PRÉSIDENT D'HONNEUR..... M. GASTON BAZILLE, Sénateur.

PRÉSIDENT..... M. BARRAL, Secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture de France.

VICE-PRÉSIDENTS..... MM. BISLER, Directeur de l'Institut national agronomique.

VIALLA, Président de la Société centrale d'agriculture de l'Hérault.

SECRÉTAIRES..... MM. CONVERT, Professeur à l'École nationale d'agriculture de Montpellier.

DESJARDINS, ancien Élève de l'Institut agronomique.

M. H. de la BLANCHÈRE

IMPORTATION EN FRANCE DU CHEVAL DES PAMPAS (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879. —

M. H. DE LA BLANCHÈRE indique les conditions de succès qu'exige l'importation du cheval des pampas. Ses observations portent surtout sur l'alimentation. En aucun cas, elle ne doit être celle d'un ruminant. Le cheval es

(1) Voir le mémoire *in extenso* dans *le Journal d'agriculture pratique*, 18 septembre 1879.

essentiellement granivore et frugivore, et les substances qui contiennent les éléments nécessaires à sa nourriture peuvent se réduire à un petit volume. C'est dans cette voie qu'il convient de chercher la solution du problème qu'on se propose de résoudre et non dans une nourriture animale.

M. H. de la Blanchère conclut à la possibilité d'apporter de nouvelles améliorations dans les procédés de transport en usage jusqu'à ce jour.

M. P.-P. DEHÉRAIN

Professeur à l'École d'agriculture de Grignon, Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

SUR LA DÉCOMPOSITION DE L'ACIDE CARBONIQUE PAR LES FEUILLES SOUS L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. P.-P. Dehérain, a entrepris, avec M. Maquenne, de nouvelles recherches relatives à l'influence de la lumière artificielle sur la décomposition de l'acide carbonique dans les parties vertes des végétaux. Ses expériences ont été faites à l'aide de la lumière Drummond et de la lampe Bourbouze. Sous l'action de la lumière Drummond, la décomposition de l'acide carbonique est très nette ; elle est beaucoup moins active avec la lampe Bourbouze. La supériorité de la lumière Drummond s'expliquerait, par la prédominance des radiations lumineuses sur les radiations calorifiques.

DISCUSSION

La chaleur obscure, ajoute M. Dehérain, sur les demandes de renseignements qui lui sont adressées, a pour effet de favoriser le développement des végétaux et d'activer l'absorption de l'oxygène et le dégagement de l'acide carbonique. Elle lui semble devoir servir surtout à la formation des principes immédiats.

En réponse à une question de M. Lichtenstein, M. P.-P. Dehérain fait remarquer qu'il est très difficile d'étudier l'influence de la lumière colorée. Il rapporte, accessoirement cependant, un fait qui l'a frappé : c'est le goût que manifestent les fourmis pour les locaux éclairés en rouge.

---

(1) Voir le mémoire *in extenso* dans *les Annales agronomiques*, octobre 1879.

A. AUDOYNAUD

Professeur de sciences physiques à l'École d'agriculture de Montpellier.

DU PASSAGE DE L'EAU ET DE L'AIR DANS LA TERRE ARABLE

— Séance du 29 août 1879. —

Dans les premiers mois de 1879 nous avons fait construire trois cases de végétation (modèle de Montsouris) de grande dimension. Elles ont la forme d'un prisme droit de 1m,50 de hauteur, dont la base est un carré de 1m,40 de côté. Elles ont été remplies par la terre végétale du voisinage qui présentait la composition suivante ;

Sable	23,20	pour cent.
Calcaire	48,25	—
Argile	28,35	—
Humus	0,20	—
Acide phosphorique	0,230	—
Potasse (KO)	0,172	—

Ces cases étant destinées à l'étude de la vigne, on y a planté une bouture d'*Aramon*, une de *Jacquez*, une de *Carignan*. Ces boutures ne pouvant prendre cette année un grand développement, nous avons pensé qu'on pouvait profiter de cette circonstance pour examiner comment passent l'eau et l'air dans cette terre de nos cases, terre meuble, profonde, reposant sur un fond imperméable.

Trois questions se présentaient : 1° Quelle était la proportion de l'eau pluviale qui par infiltration arrivait à l'orifice inférieur ? 2° Quelle était la proportion et la nature des substances dissoutes entraînées par ces eaux ? 3° Quelle était la nature de l'air confiné dans la partie profonde de nos cases?

Nous avons noté la pluie tombée du 1er mai au 20 juillet ; d'une autre part, nous avons chaque jour, du 17 mai au 20 juillet, mesuré la quantité d'eau s'échappant de nos cases par l'orifice inférieur. En voici le résumé.

	1re case	2e case	3e case	Pluie en millim.	Pluie en litres par case
	—	—	—	—	—
En mai	10.695cc	8.505cc	10.790cc	69,0	119,17
En juin	34.745	27.230	29.715	31,3	61,24
Du 1er au 13 juillet	5.630	4.070	5.460	5,3	10,39
Du 14 au 20 juillet	?	15.920	13.810	35,2	68,99 (Orage du 13 au 14 juil.)

Il résulte de ce tableau que du 1er mars au 13 juillet il est tombé sur chaque case 182,57 litres et que du 17 mai au 13 juillet les trois cases ont respectivement laissé écouler 51l,070 — 39l,805 — 45l,970, c'est-à-dire 28 — 22 — 25 pour cent de la pluie tombée.

On peut voir aussi sur nos tableaux détaillés que lorsque les pluies sont régulières, modérées dans leur chûte, l'infiltration, le passage au travers du sol se fait avec certaine lenteur et décroît régulièrement ; tandis qu'une pluie torrentielle, comme celle du 13 au 24 juillet, détermine des affouillements superficiels qui amènent un passage rapide.

L'eau recueillie à diverses dates convenablement échelonnées en juin et juillet, a été évaporée et on a pesé le résidu sec. Le poids de ces résidus a peu varié entre 926 et 830 milligrammes par litre ; le poids moyen est de 868 milligrammes. Supposons qu'en moyenne la pluie amène 800 litres d'eau par an et par mètre carré et qu'il s'infiltre comme plus haut un quart de cette eau soit 200 litres, la perte annuelle de matériaux solubles par mètre superficiel de terrain serait de 173gr,6. Nous disons la perte, car le fond imperméable étant presque toujours incliné, l'eau d'infiltration s'échappe presque toujours suivant la ligne de plus grande pente.

Un des résidus secs précédents a été analysé ; on y a trouvé :

Matière organique	0,178	par litre d'eau.
Chlore	0,069	—
Potasse	0,0486	—
Acide phosphorique.	0,0016	—

En rapprochant les résultats de ceux fournis par l'analyse du sol ci-dessus, on voit que notre terre s'est peu appauvrie en phosphates, mais quelle a perdu une notable proportion de potasse, perte qu'on peut supputer par an de 1/500 de celle contenue dans la terre sur 1m,50 de profondeur.

Pour étudier l'air confiné dans les parties profondes de nos cases, il fallait l'extraire et l'analyser. L'extraction a été faite à l'aide d'une petite trompe placée dans le voisinage ; on laissait perdre les premières portions recueillies ; l'analyse a été faite dans un eudiomètre Bunsen. Voici quelques résultats pour la première case :

1er août.	azote	87,5	pour cent.
4 août	azote	87,1	—
5 août	azote	84,5	—
6 août	azote	82,9	—
7 août	azote	82,3	—

L'air extérieur pénétrait évidemment à mesure de l'extraction, mais

ce qui nous paraît important à signaler, c'est cette grande proportion d'azote comparée à celle de l'air normal.

On sait que MM. Boussingault et Lewy sont arrivés à un résultat analogue dans leurs analyses sur l'air confiné du sol pris à 30 ou 40 centimètres de profondeur. D'une autre part, quand on remplit de terre argileuse mouillée une pipe de terre, comme l'a fait M. Merget dans ses recherches de thermo-diffusion, et qu'on chauffe modérément à la culasse, on obtient un courant gazeux par le tube, courant qu'on peut rendre continu. Si l'on analyse le gaz, on y trouve encore un excès d'azote. Voici par exemple trois résultats fournis par trois dosages faits sur le gaz recueilli dans une même expérience à trois moments différents

Azote . . . . . 86,6 — 86,76 — 86,3 pour cent.

Boussingault et Lewy pensent que l'oxygène qui a disparu a déterminé d'autres combustions que celle du carbone; nous pensons de la discussion de nos expériences qu'on peut aussi admettre qu'une partie de cet oxygène a été arrêté mécaniquement par les parties argileuses du sol.

M. le Dr BOURDEL

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier.

HYGIÈNE DE LA FERME

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 30 août 1879. —

M. le Dr Bourdel appelle tout d'abord l'attention de la section sur l'orientation et l'emplacement qu'il convient d'adopter pour les bâtiments de la ferme. Il insiste sur la nécessité d'un assainissement parfait des logements des hommes et recommande les procédés de drainages qui sont de nature à l'assurer; il signale, en outre, le danger que présentent les fièvres paludéennes, en faisant ressortir les causes et en indiquant les moyens à employer pour y échapper. Les eaux stagnantes sont dangereuses à tous égards et les plantations s'opposent à l'extension des émanations malsaines qui en proviennent.

M. A. LADUREAU

Directeur de la station agronomique du Nord.

ÉTUDES SUR LA CULTURE DU LIN A L'AIDE DES ENGRAIS CHIMIQUES

— Séance du 30 août 1879. —

Nos recherches sur la culture et les maladies du lin nous ont amené tout naturellement à étudier quels sont les engrais qui conviennent le mieux à la production de cette plante textile. C'est ce qui a fait l'objet de nos études de cette année.

Nous avons institué deux champs d'expériences, l'un sur les terres de M. Lepeuple-Lecouffe, cultivateur et producteur de graines de betteraves à Bersée, l'autre sur celles de M. Derôme, à Bavay; nous y avons répandu peu de temps avant les semailles un certain nombre d'engrais divers, complets et incomplets, dont nous allons donner ci-après la liste et la composition, d'après les analyses que nous en avons faites. Nous nous occuperons d'abord du champ d'expériences de Bersée.

Nous y avons essayé les dix genres de fumures suivants :

Tableau n° 1.

CHAMP D'EXPÉRIENCES DE BERSÉE.

Nos D'ORDRE.	NATURE DE L'ENGRAIS	SON POIDS A L'HECTARE.	SA RICHESSE EN		
			Azote.	Acide phosphor.	Potasse.
1	Tourteaux d'arachides	2.000	7.45 0/0	1.20 0/0	0.32 0/0
2	Nitrate de potasse	500	13.72 »	»	45.60 »
3	Engrais spécial pour lin	1.500	3.02 »	9.80 »	8. » »
4	Sulfate de potasse et de magnésie	1.000	»	»	17.33 »
5	Engrais de potasse concentré	1.000	»	»	24.73 »
6	400 k. superph. + 200 k. nitr. de pot. + 400 k. plâtre.	1.000	2.75 »	5.62 »	9.42 »
7	300 k. superph. + 300 k. engrais de potasse + 300 nitr. de soude	900	4.42 »	4.22 »	7.40 »
8	500 k. superph. + 500 k. engr. de potasse	1.000	»	7.20 »	22.80 »
9	Superphosphate seul	1.800	»	14.40 »	»
10	Engrais complets (dits du Gd Clos)	1.200	6.73 »	4.05 »	3.55 »

Avant de donner les résultats que nous avons recueillis de cette expérimentation, nous devons faire remarquer que, dans ce champ, de même que dans celui de Bavay, le lin a été ensemencé assez tard, qu'il a été versé par place par les orages de l'été et que plusieurs par-

celles ont donné des produits qui ne permettent guère de bien apprécier ce que l'on eût obtenu dans une année moins favorable à une végétation trop abondante.

Tous les chiffres du tableau qui suit ont été rapportés à l'hectare, bien que la superficie de chaque carré d'essai n'ait été que de quelques ares.

L'appréciation de la valeur commerciale aux 100 kil. a été faite par un homme de métier. Quoique cette appréciation n'ait rien d'absolu, elle peut être néanmoins intéressante au point de vue de la comparaison des valeurs respectives des fibres obtenues sur chacun des carrés d'expériences.

Les poids de lin brut, de paille, de graines, de lin roui et teillé, ont été relevés avec grand soin. C'est un travail assez long qui n'avait pas été fait aussi complètement jusqu'ici, à notre connaissance du moins, et qui peut seul permettre d'apprécier sainement les différences produites par l'emploi des divers genres de fumures soumis à l'expérimentation. Car il ne suffit pas seulement de dire : « Tel ou tel engrais produit tant de kilogs de tiges, tel autre en produit 10 ou 20 0/0 en plus ou en moins, pour conclure à l'efficacité de l'engrais employé. Certaines fumures surexcitent la végétation du lin et produisent un poids brut beaucoup plus élevé que d'autres, mais cela souvent au détriment de la finesse et de la qualité de la fibre textile, de sorte qu'au lieu d'avoir un résultat final plus avantageux, on a, en fin de compte, un déficit dans le produit commercial par suite de la moins value de la fibre au point de vue marchand. C'est cette considération si importante qui nous a engagé à compléter les premiers renseignements donnés par l'évaluation brute de la récolte, par ceux que l'on pouvait tirer du poids des mêmes lots, après les avoir soumis au rouissage et au teillage, opérations qui, comme chacun le sait, ont pour but de séparer la fibre textile de la tige ligneuse et des matières organiques diverses qui l'accompagnent.

La valeur de la récolte représente le produit des graines, au prix moyen de 33 francs les cent kilogs, joint au produit du lin teillé aux prix d'estimation relevés dans la huitième colonne.

On reconnaît à l'examen de ces chiffres que c'est l'engrais complet n° 7, renfermant les trois éléments utiles : Azote, acide phosphorique et potasse, qui a produit la récolte la plus lucrative. En second lieu vient le nitrate de potasse qui renferme une dose élevée de potasse et d'azote, puis le mélange de superphosphate et d'engrais potassique et en dernier lieu l'engrais organique, dit du Grand-Clos, dont les éléments sont probablement d'une assimilation trop lente pour convenir aux besoins de cette plante à croissance rapide ; il ne peut, en effet, soute-

nir la comparaison, même avec les tourteaux d'arachides qui pourtant ne renferment guère que de l'azote à l'état organique et une très faible proportion d'acide phosphorique et de potasse.

Voici donc le tableau des résultats que nous avons obtenus sur le champ d'expérience de Bersée :

Tableau n° 2.

N° de la parcelle	DÉSIGNATION DE L'ENGRAIS	RENDEMENT À L'HECTARE						Valeur de la récolte
		Poids brut	Poids en paille	Poids en graines	Poids du lin peuf	Poids du lin teillé	Valeur commerciale	
							fr. c.	fr. c.
1	Tourteaux d'arachides. . .	5188	5188	200	3498	930	120	1245
2	Nitrate de potasse	5278	5278	455	3119	830	210	1882
3	Engrais complet pour lin.	6190	5817	392	3808	1200	140	1586
4	Sulfate de potasse et de magnésie.	5893	6442	253	4116	1130	150	1653
5	Engrais de potasse concentré	5277	4887	390	3295	850	140	1425
6	Nitrate de potasse, sulfate phosphaté et gélatine. . .	6515	6133	385	3723	990	170	1779
7	Nitrate de soude sulfaté, engrais de potasse. . .	5901	5511	390	3844	1040	190	2046
8	Superphosphate et engrais potassique	6148	6148	275	4083	1130	165	1817
9	Superphosphate seul. . .	6259	5940	320	3719	800	170	[illegible]
10	Engrais organique dit du Grand-Clos	5283	5033	253	3998	830	120	[illegible]

L'avantage reste, en tous cas, aux engrais renfermant une dose de potasse élevée tant au point de vue de la valeur totale de la récolte qu'à celui de la qualité et de la finesse de la fibre.

C'est, en effet, le nitrate de potasse qui a donné la fibre la plus fine et celle dont la valeur est la plus élevée, puis l'engrais n° 7, etc...

Nous ne trouvons pas ici un rapport bien défini entre la qualité de la fibre et la quantité de graines produites. Il faut remarquer toutefois que c'est encore le nitrate de potasse qui a produit le poids de graines le plus considérable, et que les engrais organiques, tourteaux d'arachides et engrais dit du Grand-Clos viennent encore en dernière ligne.

Il ressort également de la comparaison des chiffres précédents que les récoltes dont les poids bruts sont les plus élevés sont aussi généralement celles dont la valeur commerciale est la plus faible. Ce fait est analogue à celui que nous avons maintes fois constaté dans la culture de la betterave, où nous voyons les racines pauvres en sucre donner des rendements en poids à l'hectare souvent très supérieurs à ceux que

l'on obtient avec des racines d'une richesse saccharine élevée. Il nous paraît probable que pour le lin, c'est la grosseur des tiges qui influe sur leur poids et sur la qualité des fibres que l'on en extrait. De grosses tiges donnent des poids élevés en lins bruts et même en lins rouis et teillés, mais comme la fibre est plus grosse, plus commune, elle a par suite une valeur moindre : c'est ce que nous disions en commençant. Nous nous proposons de suivre ces recherches durant quelques années et verrons par la suite si l'expérience confirme la théorie que nous émettons aujourd'hui

Tableau n° 3.

ENGRAIS EMPLOYÉS SUR LE CHAMP D'EXPÉRIENCES DE BAVAY.

N° D'ORDRE de la parcelle.	NATURE DES ENGRAIS EMPLOYÉS	LEUR POIDS à l'hectare.	LEUR RICHESSE CENTESIMALE EN Azote.	Acide phosphor.	Potasse.
1	Tourteaux d'arachides	2.000	7.45 0/0	1.20 0/0	0.32 0/0
2	Sulfate de potasse et de magnésie	1.000	»	»	17.33 »
3	Engrais potassique concentré	1.000	»	»	24.73 »
4	Tourteaux de lin	2.000	4.53 »	1.92 »	0.47 »
5	Superphosphate d'os	600	0.80 »	15.70 »	»
6	500 k. superph. + 500 k. engr. potassique	1.000	0.40 »	7.85 »	12.36 »
7	Nitrate de potasse	500	13.72 »	»	15.60 »
8	— de soude	500	16. » »	»	»
9	500 k. nitr. de potasse + 200 k. superph.	700	6.86 »	3.40 »	22.80 »
10	300 k. engr. pot., nitr. de pot. et superph. d'os.	900	1.40 »	4.65 »	21. » »
11	Engrais spécial pour lin (n° 1)	1.000	2.90 »	9.70 »	8.10 »
12	Engrais sans potasse	1.000	6.45 »	9.50 »	»
13	Engrais complet (n° 2)	1.000	4.20 »	6.60 »	13.80 »
14	Sans engrais	»	»	»	»
15	Autre engrais pour lin (n° 3)	1.000	2.90 »	9.70 »	8.10 »
16	Engrais composé pour lin (n° 4)	1.000	4. » »	6.28 »	9.12 »
17	Tourteaux d'arachides	2.000	7.45 »	1.20 »	0.32 »

Nous allons passer à l'examen des résultats de notre deuxième champ d'expériences, situé, comme nous l'avons dit plus haut, à Bavay (Nord), sur une bonne terre à blé argilo-calcaire, n'ayant pas porté de lin de mémoire d'homme et très convenablement disposée pour notre expérimentation. Malheureusement, de même que pour le champ de Bersée, nous n'avons pu l'ensemencer que très tard en saison, ce qui a influencé beaucoup les résultats. Les orages l'ont également versé par place ; de sorte que sa qualité est généralement assez médiocre. Néanmoins, comme toutes les parcelles ont été semées en même temps et ont participé aux mêmes phénomènes météorologiques, l'examen comparatif des chiffres qu'il nous a donnés peut offrir assez d'intérêt pour que nous n'hésitions

pas à les présenter d'autant plus que, comme nous l'avons dit plus haut, ces recherches vont être suivies par nous durant un certain nombre d'années et que les résultats de nos études de cette campagne seront corroborés ou modifiés par ceux des campagnes prochaines. Les engrais employés sur le champ de Bavay n'étaient pas tous les mêmes que ceux que nous avons expérimentés à Bersée. En voici la nomenclature ainsi que la richesse en éléments fertilisants (voir ci-dessus, tableau n° 3).

Les engrais complets (1) et (3) des carrés n°s 11 et 15 sont les mêmes. On a employé la même formule à deux places différentes pour s'assurer de l'exactitude des résultats obtenus, ces résultats sont presque identiques. L'engrais complet n° 2 du carré 13 renferme une proportion de potasse plus considérable que celle de l'engrais n° 1. Enfin l'engrais complet n° 4 était composé comme suit :

Superphosphate	400 kilog.
Nitrate de potasse . . .	200 —
Sulfate d'ammoniaque .	60 —
Plâtre.	340 —
TOTAL. . .	1.000 kilog.

C'est, comme on le voit, un engrais exclusivement chimique renfermant de l'azote ammoniacal et nitrique, de la potasse, de l'acide phosphorique assimilable en proportions assez élevées.

Les engrais n°s 2 et 3 : sulfate de potasse et de magnésie et engrais potassique concentré, proviennent des mines de Stassfurth, en Prusse, et renferment les sels suivants combinés entre eux de diverses manières, sulfate de potasse, sulfate de magnésie, chlorures de potassium et de sodium, sulfate de chaux. Ce sont des sels naturels que l'on extrait du sol et qui servent à l'état brut, sous le nom de Kaïnit à l'agriculture comme sels potassiques et magnésiens, et à un autre emploi que nous voudrions ne pas devoir signaler, à la falsification des nitrates de soud du commerce.

Soumis à des dissolutions et à des cristallisations successives, ces sels sont séparés les uns des autres et livrés à la culture à divers états de pureté et à des prix variant suivant leur richesse réelle en potasse pure. On peut s'en procurer des quantités considérables à des prix relativement assez bas ; aussi avons-nous cru devoir en faire l'essai sur le lin, plante qui a un besoin si impérieux de cet élément.

Tous les engrais qui ont été expérimentés dans ce champ et dans les précédents ont été analysés par nous afin de nous rendre un compte exact des quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse que nous introduisions dans le sol par leur emploi.

Nous avons été aidé pour le traitement industriel des lins de ce champ

par notre collègue du Comice agricole de Lille, M. Vallet-Rogez, négociant en lins à Lille, qui a bien voulu se charger de leur rouissage et de leur teillage. L'estimation de leur valeur commerciale a été faite avec la gracieuse collaboration de M. A. Renouard, manufacturier à Lille, filateur de lin, lauréat de la Société industrielle du Nord pour son très remarquable ouvrage sur l'industrie de la filature du lin : c'est dire que les appréciations émanant d'une source aussi autorisée doivent être regardées comme aussi rigoureusement exactes que possible. On trouvera dans le tableau n° 4 ci-après les résultats obtenus sur ce second champ de Bavay, le tout rapporté également à l'hectare afin de mieux fixer les idées.

Tableau n° 4

CHAMP D'EXPÉRIENCES DE BAVAY

N° du CARRÉ	NATURE des ENGRAIS EMPLOYÉS	POIDS A L'HECTARE EN					Valeur commerciale 0/0 k.	Valeur de la récolte d'après cette estimation
		Tiges brutes	Pailles	Graines	Lin roui	Lin teillé		
1	Tourteaux d'arachides .	4400	3800	600	1250	190	50	293
2	Sulfate de potasse et de magnesie.	4000	3200	800	3300	800	125	1264
3	Engrais potassique . . .	3700	3200	600	3000	550	115	830
4	Tourteaux de lin	3900	3400	500	3000	320	60	357
5	Superphosphate d'os . .	4050	3450	600	3300	420	115	682
6	Superphosphate et engrais potassique. . . .	4700	4100	600	3800	500	115	773
7	Nitrate de potasse . . .	4200	3900	300	3600	400	70	379
8	— de soude.. . . .	4000	3500	500	-	-	—	165
9	Superph. et nitrate de potasse.	4100	3600	500	3500	330	60	363
10	Superph., nitrate de pot., engrais potassique . .	3900	3500	400	3100	350	60	342
11	Engrais complet pour lin n° 1	4400	3900	550	3800	420	60	437
12	Engrais sans potasse . .	4200	3700	500	3500	200	60	285
13	Engrais complet n° 2. .	4200	3650	550	3500	420	86	418
14	Rien..	4000	3300	700	3200	700	115	1036
15	Engrais pour lin n° 3. .	4400	4200	600	3500	420	60	450
16	Engrais pour lin n° 4. .	4400	3800	600	3400	450	80	558
17	Tourteaux d'arachides. .	4500	3900	600	1200	180	50	288

Ajoutons, en passant, que nous mettrons de nouveau du lin sur ce champ l'année prochaine afin de reconnaître s'il est possible de se livrer deux années de suite, à Bavay, à cette même culture, et de voir de plus si l'effet des engrais expérimentés cette année se fait encore sentir

sur la récolte de l'année suivante. Le champ avait été, par mes conseils, entouré d'avoine de tous les côtés, cette avoine étant destinée à recevoir les insectes appartenant à la famille des *thrips* que nous avons étudiés et décrits dans un précédent mémoire et auxquels nous attribuons la cause de la maladie connue dans notre pays, sous le nom de brûlure du lin.

Il est à remarquer que cet ennemi du lin n'existait qu'en très petit nombre sur le champ de Bavay, ce qui nous fait espérer pouvoir en récolter sur la même terre l'année prochaine et éviter cette maladie.

Il ressort de l'examen des chiffres de ce tableau que ce sont les engrais à base de potasse, carrés 2, 3, 6, qui ont donné les résultats les plus avantageux au triple point de vue du poids élevé en graines, en lin roui et teillé et de la finesse et de la qualité de la fibre ; dans ces quatre carrés, en effet, le lin teillé a une valeur d'environ 1 fr. 15 c. à 1 fr. 25 c. le kil., tandis que cette valeur décroît rapidement et tombe de 0 fr. 80 c. à 0 fr. 50 c. pour les autres lots.

Le carré 8 n'a pas donné de résultats ni au teillage ni au rouissage, parce que dès cette dernière opération, on a reconnu qu'on ne pourrait en tirer aucun parti, on ne pouvait faire que de l'étoupe avec la fibre obtenue avec le lin de ce lot, et on préféra la laisser de côté, on ne lui avait donné que du nitrate de soude : or le lin, comme nous le voyons, n'a pas besoin d'engrais azotés, dans des terres de bonne qualité ayant une certaine provision d'arrières fumures, comme celles sur lesquelles ont été faites ces études ; de plus il absorbe une quantité assez élevée de *potasse*, qui parait être absolument indispensable à son développement ; mais il ne peut comme certaines plantes, la betterave entre autres, remplacer cette base par sa voisine la *soude ;* en effet, dans toutes les analyses que nous avons faites jusqu'ici des plantes de lin en tiges, nous avons trouvé dans les cendres une proportion considérable de potasse et toujours fort peu de soude. On devait donc s'attendre, en ne donnant à la plante que de l'azote et de la soude, au moyen de nitrate de soude à obtenir des résultats très désavantageux, et c'est ce qui est arrivé en effet.

En un mot, plus la quantité de potasse et de magnésie a été élevée, plus aussi la récolte a été abondante en graine, et meilleure a été la qualité de la fibre.

Ce point se dégage très nettement de notre expérimentation, car ce sont ces champs n°s 2 et 3 sur lesquels on a employé les engrais potassiques seuls, à la dose de 170 et 250 kil. de potasse pure à l'hectare, qui occupent la tête du classement que nous présentons dans le tableau ci-après n° 5.

Tableau n° 5.

CLASSEMENT DES CARRÉS D'ESSAIS, D'APRÈS LA VALEUR DE LA RÉCOLTE.

N° de classement.	N° du carré.	ENGRAIS EMPLOYÉ	VALEUR DE LA RÉCOLTE.
1	2	Sulfate de potasse	1.264 fr.
2	14	Rien	1.036 »
3	3	Engrais potassique	830 »
4	6	— — et superphosphate	773 »
5	5	Superphosphate d'os	682 »
6	16	Engrais pour lin n° 4	538 »
7	15	— — n° 3	450 »
8	13	— — n° 2	418 »
9	11	Engrais complet pour lin n° 1	417 »
10	7	Nitrate de potasse	379 »
11	9	— — et superphosphate	363 »
12	4	Tourteaux de lin	357 »
13	10	Superph., nitr. de potasse, engrais potassique	342 »
14	1	Tourteaux d'arachides	293 »
15	17	— —	288 »
16	12	Engrais sans potasse	285 »
17	8	Nitrate de soude	165 »

Nous devons faire remarquer que l'on ne doit pas attacher plus d'importance qu'il ne convient aux chiffres de ce tableau qui n'ont guère qu'une valeur relative à cause : 1° de l'époque très tardive à laquelle le lin de ce champ avait été ensemencé, et 2° de la verse qu'il a subie sur presque toutes ses parcelles ; ces deux causes ont réduit beaucoup le rendement et en ont abaissé la qualité. Un fait assez digne de remarque et qui prouve combien la terre sur laquelle on a opéré est de bonne qualité et convient à cette culture, c'est que le carré 14 sans engrais est un de ceux sur lesquels on a obtenu les meilleurs résultats. Cela montre une fois de plus que l'emploi irrationnel des engrais spéciaux peut parfois être non seulement inutile, mais même désavantageux ; on peut en tirer également cette conclusion, que les engrais qui conviennent le mieux au lin sont ce que l'on appelle les vieilles graisses, c'est-à-dire les arrière-fumures demeurées dans le sol pendant de longs mois et s'y trouvant par suite dans un état de décomposition et de division qui en facilite l'absorption et l'assimilation par les plantes. Il faut remarquer également que les carrés 2, 3 et 14 qui ont donné les poids les moins élevés en tiges brutes sont aussi ceux qui ont eu le plus fort rendement en lin teillé, et en même temps ceux dont la fibre avait la meilleure qualité. Or ces carrés n'ont pas reçu la moindre quantité

d'azote, on ne leur a donné que de la potasse et de la magnésie. Nous devons en conclure qu'il est inutile de donner au lin des aliments azotés, du moins dans les terres de bonne qualité et convenablement préparées. On doit donc proscrire dans la culture du lin, l'emploi des doses élevées de fumier, de guanos, de tourteaux, de déchets de laine et d'autres, que la plupart des cultivateurs y consacrent habituellement; nous croyons que la meilleure manière de le cultiver pour avoir un rendement élevé et belle qualité est de le semer dans un sol renfermant une provision suffisante d'éléments fertilisants sous forme d'arrière-fumures, auquel on ajoutera à l'époque des semailles, de 500 à 1,000 kil. de sels de potasse et de magnésie, suivant les terrains.

ÉTUDES DE 1878

Nous avions institué un nouveau champ d'expériences cette année avec divers engrais, dans la culture de M. Derôme, de Bavay, et comptions en rendre compte comme nous venons de le faire pour celui de 1877; mais cela ne nous est malheureusement pas possible, par suite de la négligence du chef de culture, qui a mélangé toutes les bottes de lin des carrés d'essais, les unes avec les autres, sans tenir compte des instructions que nous lui avions données. Nous n'avons donc pu prendre les poids de chacune des parcelles d'expérimentation et nous ne pouvons que donner une appréciation générale basée sur l'examen que nous avons fait à diverses reprises du champ d'expériences.

Nous avions remis du lin cette année sur notre champ d'études de l'an dernier sans y ajouter de nouvel engrais, afin de constater l'effet des parties non absorbées par la culture de l'année précédente, ce lin a végété régulièrement, il n'a pas paru souffrir de la maladie, nous n'avons vu sur lui qu'une très petite quantité de *thrips*, mais il était plus maigre, beaucoup moins nourri, moins serré que dans le champ d'expériences voisin où nous avions employé des engrais nouveaux.

Nous avons remarqué encore dans ce dernier champ l'influence favorable des sels de potasse et de magnésie, avec lesquels le lin paraissait vigoureux, serré et en même temps d'une grande finesse, tandis que les engrais organiques donnaient des tiges beaucoup plus vertes, plus grosses, mais de qualité inférieure. Voici quelle avait été notre appréciation lors de notre dernière visite : Lin de mauvaise qualité, très gros de tige sur les parcelles fumées avec les tourteaux d'arachides, de lin, de chanvre, le nitrate de soude et le fumier de ferme. Lin de médiocre qualité sur les carrés où l'on avait mis du nitrate de potasse seul, du superphosphate seul, un mélange de nitrate de potasse et de superphosphate et quelques mélanges d'engrais complets organiques et chimiques. Enfin, le lin était très beau comme longueur et comme qualité de

fibres sur les parcelles où l'on avait employé les engrais potassiques et magnésiens, dont nous avons parlé plus haut; sur la parcelle sans engrais, il présentait également une fort belle apparence comme qualité, mais était de 0,10 environ moins long que sur les carrés d'essai.

Nous regrettons vivement de ne pouvoir donner sur cette expérience de renseignements plus précis et remettons la suite de cette étude à l'année prochaine.

BRULURE DU LIN

Nous ne voulons pas clore ce travail sans dire quelques mots de ce que nous ont montré nos dernières recherches sur cette singulière maladie que nous avons déjà étudiée depuis plusieurs années. Nous avons examiné un certain nombre de champs atteints en totalité ou partiellement par ce fléau et avons, comme précédemment, reconnu sur tous, la présence du *thrips lini*. Plusieurs champs que nous avons vus, ont dû être labourés entièrement; sur d'autres, les dégâts se sont localisés et n'ont pas dépassé certaines limites. La plupart des champs atteints avaient été fumés avec des vidanges de villes, du fumier de ferme et du guano. Cependant nous avons vu la brûlure se produire également dans des champs où l'on avait employé les engrais chimiques. Nous avons prélevé un nombre considérable d'échantillons de plantes malades et d'autres saines et avons remarqué, comme nous l'avons déjà annoncé dans un précédent mémoire, que les racines des plantes atteintes de cette maladie présentaient généralement une atrophie particulière analogue à celle que le phylloxéra produit sur les racines de la vigne. Cette atrophie caractérisée est au début de la maladie par un grand nombre de petites taches rougeâtres en creux sur les racines principales et par de petites nodosités charnues sur le chevelu. Ayant étudié ce phénomène, nous avons reconnu que les taches en question ne pouvaient être imputables qu'aux morsures du *thrips* à l'état de larve, au moment où il vient d'éclore de l'œuf déposé en terre et avant qu'il n'ait gagné les parties supérieures de la plante. Nous l'avons surpris bien des fois à l'endroit même où il était occupé à exercer ses ravages ; si les attaques de ces parasites à cet état sont nombreuses, le lin ne peut y résister et brûle du pied, comme disent les cultivateurs. Si elles sont peu importantes et que les racines aient assez de vigueur pour pouvoir les supporter, et qu'alors l'insecte monte au sommet de la tige, le lin peut brûler de la tête sous ses attaques, il frise et meurt en peu de temps ou parfois continue à végéter mais péniblement et sans prendre d'accroissement.

Nous avons fait quelques essais d'insecticides, le pétrole émulsionné dans l'eau alcaline, la naphtaline, etc., et avons remarqué que ces insecticides ne pouvaient guère atténuer le mal, ils détruisent l'insecte

momentanément, mais les dégâts qu'il a commis sur la plante subsistent et celle-ci a parfois beaucoup de peine à s'en relever. Le tabac en décoction nous a paru donner encore les meilleurs résultats, surtout quand on y avait additionné une certaine quantité de sels de potasse; mais nous devons ajouter une observation qui nous paraît avoir une très grande importance. Nous n'avons pas remarqué le moindre phénomène de brûlure dans les champs de lin qui ont été ensemencés tard et dans le courant du mois de mai, tandis que des champs situés dans le voisinage et ensemencés un mois plus tôt étaient atteints de cette maladie. Il y a donc peut-être là un moyen simple, facile à employer, d'éviter cette terrible maladie.

Cela tient probablement à ce que les larves de *thrips* qui éclosent généralement vers les premiers jours de mai, sous l'influence des premières chaleurs du printemps, ont mortes faute d'aliments et qu'elles ne peuvent alors exercer leur action funeste sur les jeunes plantes, dès le début de leur végétation. Nous livrons cette observation à ceux qu'elle peut intéresser et nous nous proposons de continuer ces recherches et d'en publier ultérieurement les résultats.

M. P.-P. DEHÉRAIN

Professeur à l'École d'agriculture de Grignon, Aide naturaliste au muséum d'histoire naturelle.

LES CULTURES DU CHAMP D'EXPÉRIENCE A GRIGNON

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. P.-P. Dehérain expose les résultats des cultures expérimentales du champ d'expériences de la station agronomique de Grignon pendant les années 1875, 1876, 1877 et 1878. Des photographies et de nombreux tableaux graphiques présentés à la Section permettent d'en saisir les détails sans fatigue aucune pour l'intelligence. Les essais de M. Dehérain ont porté d'une manière spéciale sur l'avoine, la pomme de terre et le maïs-fourrage. Tous établissent la supériorité du fumier de ferme sur les engrais chimiques qui ont été mis en parallèle avec lui. Les phosphates ne donnent en particulier que des résultats insignifiants à Grignon. Quant aux récoltes, elles augmentent généralement avec la proportion des fumures; mais, si les fumures les plus considérables sont celles qui assurent les plus beaux rendements, ce ne sont ordinairement pas celles qui laissent les plus beaux profits.

Frappée de l'utilité des expériences de M. P.-P. Dehérain, la Section d'agronomie croit devoir les signaler à l'attention de MM. les Directeurs de stations, en exprimant le désir de les voir reproduire dans les situations les plus variées.

M. le Dr PODOLINSKY

Licencié ès-sciences naturelles.

LE TRAVAIL HUMAIN ET LA CONSERVATION DES FORCES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Podolinsky, s'inspirant des théories actuelles sur l'identité de la chaleur et du mouvement, montre que la satisfaction des besoins considérés à présent comme indispensables à l'homme exige de sa part un déploiement de force musculaire dix fois plus considérable que celui dont il peut disposer. Cette disproportion entre les forces de l'homme et celles qu'il doit mettre en œuvre pour assurer son existence s'accroît même à mesure que la civilisation s'avance. Son industrie tend heureusement à augmenter l'application de ce que l'auteur appelle la quantité d'énergie accumulée sur la surface de la terre ; c'est ainsi que les forces artificielles suppléent de plus en plus à l'insuffisance de celles de l'homme. L'orateur le prouve par de nombreuses recherches de statistique.

M. J. E. PLANCHON

Correspondant de l'Institut.

SUR LES PRINCIPAUX TYPES (ESPÈCES OU VARIÉTÉS) DE VIGNES AMÉRICAINES

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Bien qu'il soit assez difficile de marquer des limites précises entre les genres *Vitis*, *Cissus* et *Ampelopsis*, nous considérerons ici comme *Vitis* ou vignes par excellence les Ampélidées dont les pétales, au nombre de cinq, libres à la base, restent soudées par leur sommet en une sorte de capuchon que les étamines soulèvent et font tomber tout d'une pièce.

L'Europe, l'Asie occidentale et le nord de l'Afrique ne possèdent qu'une seule vigne répondant à ces caractères : c'est le *Vitis cinifera*, dont les innombrables variétés cultivées ont défié jusqu'à présent toute classification rationnelle. Le Nouveau-Monde, dans sa partie septentrionale compte, au contraire, un assez grand nombre de *Vitis* que l'on peut considérer comme des espèces et dont plusieurs ont fourni, en moins d'un siècle, aux agriculteurs, un contingent de plus de deux cents variétés cultivées.

Pour s'orienter dans le fouillis de ces formes chez lesquelles l'hybridation artificielle ou spontanée a très souvent plus ou moins oblitéré ou mélangé les traits des ancêtres, le premier travail à faire est de délimiter, autant que possible, les types sauvages qui, par la fixité relative de leurs caractères, semblent représenter des espèces primitives. Autour de ces types originels et spontanés, nous essaierons de grouper les variétés cultivées, en tant au moins que les caractères des ascendants y sont encore reconnaissables et que les croisements entre espèces ou variétés ne les ont pas trop enchevêtrés. Dans ce groupement, toujours un peu approximatif, je m'attacherai de préférence aux types les mieux accusés, à ceux-là surtout dont l'importance dans les cultures, soit comme porte-greffes, soit comme producteurs directs de vins, augmente en proportion des désastres dont la vigne d'Europe est victime dans les régions phylloxérées.

Et d'abord il faut mettre à part, comme type tout à fait anormal dans le genre Vigne, le *Vitis rotundifolia* de Michaux, qui croît sauvage dans les États sud de l'Union américaine. Réfractaire au phylloxéra, au moins par ses racines, cette espèce avait donné lieu, pendant quelque temps, à des espérances exagérées et vite démenties. Aucune des variétés cultivées du type, ni le Scuppernong, ni le Misb, ni le Thomas, ni le Flowers n'ont prospéré dans le climat trop peu chaud même du Midi de la France. Nous n'y perdons rien, du reste, ni du côté des raisins (qui méritent à peine le nom de grappes) ni du côté du vin qui, même en Amérique, exige une addition de sucre à la cuve. Cette vigne, la moins vigne de toutes, reste tout au plus pour nous un objet de curiosité, une liane à garnir des tonnelles et des berceaux. Il ne faut pas lui demander, même à cet égard, la croissance presque fabuleuse que certains de ses pieds historiques ont pris dans des terres vaseuses et chaudes des États du sud de l'Union.

Mentionnons ici, pour mémoire, la seule espèce de *Vitis* qui soit très répandue dans l'Amérique tropicale tout entière. C'est le *Vitis caribaea* de De Candolle (Vitis indica, L.). Ses raisins, en longues grappes à petits grains, ne sont pas utilisés comme vin. Un *phylloxéra*, presque sûrement le *vastatrix*, y détermine sur ses feuilles des galles en tout

semblables à celles des vignes des États-Unis et d'Europe, galles que M. Collot a recueillies près de Panama, sans avoir pu trouver sur les racines (faute d'instruments appropriés), la forme radicicole de l'insecte. En tout cas cette espèce demanderait chez nous la serre chaude et par là ne peut nous être d'aucune utilité pratique.

Une des vignes les plus originales des États-Unis est le *Mustang* ou *Vitis caudicans* d'Engelmann. Ses feuilles, tantôt simplement cordées-arrondies et légèrement anguleuses, tantôt profondément découpées en lobes séparés à leurs bases par de larges sinus sont remarquables par le duvet blanc qui couvre comme d'une couche d'ouate leur surface inférieure et qui se retrouve sur les tiges et les rameaux, les vrilles et les axes de l'inflorescence. Ce duvet finit pas se détacher des organes vieillissants, mais on en retrouve alors des lambeaux ou des flocons caractéristiques. Particulière au Texas, où elle est très répandue dans les bois, cette vigne produit des raisins à gros grains noirs dont la peau est âcre au goût et qui ne donnent qu'un vin sauvage peu estimé. J'en ai reçu de M. Jaeger de Neosho une variété dite *mustang* blanc, que je suppose être une forme spontanée.

Une autre espèce bien tranchée, quoique variable, est le Post-Oak ou *Vitis Lincecumii* de Buckley, qui vient au Texas et aussi dans la Louisiane occidentale et l'Arkansas. Ses gros fruits le rapprochent des *Labrusca*; le duvet aranéeux-cotoneux de ses feuilles rappelle un peu le mustang : trois échantillons que j'en ai reçus de M. Jaeger m'ont présenté les découpures de feuillages les plus variées, depuis les lobes les plus arrondis jusqu'aux lobes sublaciniés-dentés. L'espèce est probablement résistante au phylloxéra, mais la difficulté de sa reprise par simple bouture en a jusqu'ici fait un simple objet de curiosité.

Un type très distinct et qui prendra peut-être un rôle important comme porte-greffe, c'est le *Vitis rupestris* de Scheele. Cette espèce forme un buisson diffus, à rameaux à peine grimpants, à feuilles petites, glabres, luisantes et légèrement pliées en gouttière sur leur nervure moyenne. Petites grappes, à grains insignifiants comme grosseur et très âpres au goût. Multiplication facile, résistance au phylloxéra plus que probable, adaptation aux sols secs et maigres, voilà les qualités qui la recommandent et qui lui vaudront peut-être une place importante parmi les éléments de reconstitution des vignobles.

Je ne cite ici qu'en passant les *Vitis monticola*, Buckley, *Arizonica*, Engelm., *Californica*, Benth., espèces non introduites et dont on ne connaît ni les caractères ni la valeur pratique. Mieux vaut réserver notre attention pour les types les plus répandus, soit à l'état spontané, soit dans les cultures, et sur lesquels, soit pour eux-mêmes, soit pour leurs

variétés, les viticulteurs des pays ruinés fondent leurs plus grandes espérances.

Ces types à l'état spontané, sont les suivants :

1° *Vitis Labrusca*, L., à vrilles généralement continues, à feuilles recouvertes d'un duvet épais plus ou moins aranéeux, à gros grains peu fondants et d'un goût *foxé* (de cassis ou de punaise) très accusé.

Cette espèce, très répandue aux États-Unis, entre l'Atlantique et la vallée du Mississipi, depuis la Nouvelle-Angleterre jusqu'à la Caroline du Sud inclusivement, a donné naissance, en moins d'un siècle, à une foule de variétés cultivées dont les plus connues sont l'Isabelle, le Catawba, le Concord, l'Hartford's prolific, etc. Chez quelques-unes, la résistance au phylloxéra est très imparfaite, mais la moins résistante l'est encore plus que les plus résistantes des vignes européennes.

Le *York's madeira*, qui se rattache à ce groupe par divers traits, mais qui semble être un produit d'hybridation, est remarquable par sa résistance au moins égale à celle des types *riparia* et *aestivalis*, qui sont les plus renommés à cet égard.

2° *Vitis aestivalis*, Michaux, à vrilles généralement intermittentes, à feuilles parsemées en dessous d'un duvet qui se condense le plus souvent en petits flocons à mesure que la feuille devient adulte, à grains petits, sans goût foxé, renfermant deux ou trois petits pepins arrondis avec raphé saillant et chalaze dorsale orbiculaire.

Cette espèce, bien que remontant vers le Nord jusqu'au New-Jersey et peut-être au-delà, est surtout répandue dans les États du centre et du sud de l'Union. M. Jeager en indique dans le Missouri et plus au sud des formes à gros fruits que je n'ai pas encore vues fructifier.

De ce type de vigne sont dérivées des variétés extrêmement remarquables dont les raisins fondants, riches en sucre, dépouillés de tout goût foxé, donnent des vins très justement estimés et dont quelques-uns, comme le Jacquez, le Norton's Virginia, le Cynthiana, l'Herbemont, le Cunningham, le Black July, le Rulander, pourront avoir leur place dans la consommation directe, même en Europe. Ces cépages sont, du reste, ceux qui, par le port et l'aspect, rappellent de plus près les nôtres. Leur bois dur les rend difficiles à la reprise de bouture, mais leurs racines sont des plus résistantes au phylloxéra.

On a rapporté à l'*aestivalis* comme simple variété, une vigne sauvage très curieuse appelée *cinerea* par le Dr Engelmann, et qui pourrait bien être une espèce légitime. Elle est remarquable par ses feuilles dont les veines en réseau sont imprimées en creux à la face supérieure. Encore rare dans les cultures où elle est arrivée mélangée à des *riparia*, elle pourra jouer probablement un certain rôle comme porte-greffe résistant.

3° *Vitis cordifolia*, Michaux. Beaucoup d'auteurs (et j'étais d'abord de ce nombre), ne font de ce type sauvage qu'une forme de *riparia*, M. Millardet l'en a pourtant distingué comme espèce par des caractères du bois et de l'écorce qu'il serait trop long d'énumérer ici (1), par sa floraison plus tardive, ses feuilles habituellement moins découpées et le contraste de la difficulté de sa reprise de bouture par rapport à la faculté qu'offre à cet égard le *Vitis riparia*.

Le *Cordifolia* ne semble pas avoir fourni à la viticulture de dérivés bien constatés. Il pourrait probablement servir de porte-greffe si sa multiplication était plus facile. Son aire de distribution géographique semble être à peu près aussi étendue que celle du *Vitis riparia*, auquel il ressemble d'ailleurs par ses feuilles à pubescence peu serrée et par ses baies petites et peu ou pas foxée.

4° *Vitis riparia*, Michaux. Répandue à l'état sauvage depuis le Canada jusqu'au Texas et depuis l'Atlantique jusqu'aux Montagnes Rocheuses, cette espèce, essentiellement polymorphe, compte un très grand nombre de variétés. Ses rameaux grêles, à vrilles interrompues, lui permettent de s'accrocher et de grimper très haut sur les arbres. Ses feuilles, en général à trois ou cinq lobes, n'ont que des poils simples, rarement floconneux ou fasciculés. Les baies sont petites, à pulpe acidule, fondante, peu foxée, renfermant une ou deux graines à raphé proéminent.

J'ai rattaché à cette espèce, comme variété très distincte, une curieuse vigne étiquetée jadis *Solonis* dans le jardin botanique de Berlin et dont l'origine vraie est inconnue. Quelques viticulteurs ont voulu voir dans ce curieux type une espèce du Caucase appelée *Zanis*, mais toutes les probabilités sont en faveur de l'idée que ce *Vitis solonis* est un semis obtenu en Europe peut-être, des graines du *Vitis riparia*. L'intérêt de ce type est dans son extrême résistance au phylloxéra, circonstance qui en fait un précieux porte-greffe pour nos cépages.

En dehors de ce sauvageon douteux, le *Vitis riparia* a produit par le semis des variétés très intéressantes et cultivées en grand aux États-Unis. Tels sont par exemple : le Taylor (que M. Millardet croit être affecté d'hybridation) et qui est remarquable par la glabrescence de toutes ses parties et par ses raisins d'un blanc ambré, d'un goût spécial, tournant au foxé, mais plus agréable ; le Clinton, à raisins noirs, assez foxé. Ces cépages, bien que très fortement attaqués par le phylloxéra et malgré que leurs radicelles en souffrent, demeurent luxuriants dans les terrains qui leur conviennent et forment là d'excellents porte-

(1) Sur cette distinction des *cordifolia* et *riparia*, voir Millardet « Vigne américaine » chez Savigné, imprimeur, Vienne (Isère) octobre 1878, p. 222-227 ; Victor Ganzin, même journal, novembre 1878, p. 241-242, et Meissner, id. id., p. 243-248.

greffes pour les vignes d'Europe. Seulement il faut savoir les adapter au sol et c'est là une tâche que des viticulteurs habiles poursuivent à travers quelques inévitables tâtonnements.

A côté des *riparia* sauvages ou de leurs descendants cultivés, nous placerons avec doute comme des produits probables de croisement (sans ascendants bien déterminés), quelques formes intéressantes, telles que le Gaston-Dazille ou Pedroni, le Franklin, le Vialla, le *Ferrand's Michigan seedling*, le *Blue Dyer*. Tous ces cépages qui sont, en général, de bons porte-greffes (et l'on peut y joindre l'*Elvira*, qui donne un raisin entre foxé et musqué), offrent des caractères mixtes qui permettent difficilement de les classer. Mais ils sont tous strictement américains.

Deux autres séries d'hybrides ont été artificiellement créées entre des cépages américains et des vignes européennes.

C'est d'abord la série dite hybrides de Rogers, du nom du viticulteur qui les a obtenues en croisant des variétés du type *Labrusca* avec des cépages d'Europe (Black Hamburg ou autres). Tous sont à gros grains plus ou moins foxés, et, quoique préférables aux *Labrusca*, ne pourraient pas lutter avec nos raisins de bouche français. La plupart d'ailleurs ne sont qu'imparfaitement résistants au phylloxéra. Les plus estimés sont le *Gœthe*, le *Lindley*, le *Salem*, auquel il faut joindre le bel hybride d'Allen (*Allen's hybrid*) obtenu par le viticulteur de ce nom, ainsi que la série analogue gagnée par M. Underhill (Black Eagle, Irwing, etc.).

Ensuite vient la série des hybrides entre *riparia* ou ses dérivés et vignes françaises. Les plus connus de tous sont ceux dits *Arnold's hybrids*, hybrides d'Arnold, du nom du viticulteur qui les a gagnés à Paris, dans le Canada (exemple : Cornucopia, Canada, Autuchon, Brandt, etc.). Plusieurs sont recommandables par leurs raisins, mais bien que relativement résistants au phylloxéra, on ne saurait à cet égard les regarder comme parfaitement sûrs et mieux vaut pour porte-greffes, s'adresser aux types sauvages dont la résistance est parfaite (*riparia*, *solonis*, *aestivalis* sauvage) ou bien à des types cultivés de *riparia* ou d'*aestivalis*, qui ont fait leurs preuves quant à la résistance à l'effet pernicieux du phylloxéra.

Dans cette revue rapide des vignes des États-Unis, j'ai évité à dessein d'insister sur ce qui aurait paru trop technique ou trop minutieux. C'est une simple esquisse, suffisante tout au plus pour donner une vue d'ensemble du sujet à ceux de nos hôtes qui, dans un rapide passage, voulant avoir une idée de ces formes multiples entre lesquelles les agriculteurs pratiquement intéressés s'efforcent de faire un choix approprié à leurs besoins. Ce triage se fera lentement, mais sûrement,

comme toutes les choses sérieuses et qui sont appelées à durer. Les insuccès partiels n'en compromettront pas le succès général, et si nous avons pour le moment presque l'embarras des richesses, nous n'en serons que mieux servis pour adapter ces divers éléments aux besoins divers de toutes nos nuances de sol et de climat.

M. G. FOËX

Professeur à l'Ecole national. d'agriculture de Montpellier.

RÉSISTANCE DES VIGNES AMÉRICAINES

— Séance du 1er septembre 1879. —

Ce fut M. Laliman, de Bordeaux, qui eut l'honneur de signaler le premier, au Congrès viticole de Beaune en 1869, la résistance qu'offrent certaines vignes américaines aux effets du phylloxéra ; il mentionne la bonne tenue et la vigueur de quelques souches de cette origine, au milieu du dépérissement général ou de la mort des cépages indigènes qui les environnaient. Cette communication, d'abord oubliée, fut ensuite remise en lumière par les observations du savant américain Riley, entomologiste de l'Etat du Missouri, lequel, dans ses rapports des années 1870, 1871 et 1872, cite des observations nombreuses, confirmant dans leur ensemble les vues exprimées par M. Laliman.

Frappé de la concordance de ces faits, un certain nombre d'hommes de savoir et d'initiative, MM. G. Bazille, Planchon, Lichtenstein et d'autres encore, commencèrent à se préoccuper sérieusement de cette importante question, qui fut dès lors l'objet de discussions approfondies au sein de la Société d'agriculture de l'Hérault. Sur la proposition de M. Lichtenstein, cette association adressa à M. le ministre de l'agriculture une demande tendant à obtenir, par la voie de nos consuls aux États-Unis, une certaine quantité de cépages américains qui arrivèrent et furent distribués au printemps de 1872 ; une importation du même genre fut faite à peu près à la même époque, chez MM. Bush et Meissner, grands pépiniéristes-viticulteurs du Missouri, par M. J. Leenhardt, de Montpellier. Mais on ne s'en tint pas là, et en 1873, une mission fut confiée à M. Planchon, le perspicace auteur de la découverte du phylloxéra en Europe. Ce savant fut chargé d'aller étudier sur place les principaux éléments de ce grave problème ; il devait, d'après les

instructions qui lui avaient été données par la Société d'agriculture de l'Hérault, constater l'identité de l'insecte américain et de celui trouvé récemment en France, étudier les espèces de vignes sauvages du nouveau continent et leurs races cultivées, se rendre compte de leur degré de résistance à l'insecte, de leur valeur à divers titres, des procédés culturaux qui leur étaient applicables, etc.

Les résultats de cette mission furent consignés au retour du savant botaniste dans son remarquable rapport (1) qui a servi de base à toutes les expériences actuelles, et qui concluait à l'identité de l'insecte des deux continents, à la résistance à l'action du phylloxéra, depuis un temps fort long, de certaines espèces et variétés américaines, enfin à la possibilité de greffer nos cépages indigènes sur un certain nombre de ces dernières. Sous l'influence de ces renseignements précis et sûrs, recueillis par un homme dont tous honorent la rectitude de jugement et le scrupuleux amour pour la vérité, la question fit un grand pas ; les tentatives se multiplièrent dans les milieux malheureusement si étendus où les engrais et les insecticides n'avaient pu empêcher la disparition des anciens vignobles, et, au commencement de 1876, grâce au concours de l'administration de l'Agriculture et des Conseils généraux de trois de nos départements du Midi, des expériences nombreuses et étendues furent entreprises à l'école d'agriculture de Montpellier (2). Depuis lors, le courant d'opinion dans ce sens n'a cessé de grandir. Un journal spécial pour l'étude des vignes américaines (3), qui compte de nombreux abonnés, existe depuis 1877. Au mois de septembre dernier, une réunion provoquée par la Société d'agriculture de l'Hérault, en vue de discuter cette importante question, réunissait un millier de viticulteurs venus de tous les points de la France et même de l'étranger (4). Actuellement, malgré le haut prix des variétés les plus recherchées et les obscurités qui environnent encore bien des points de culture, le seul département de l'Hérault compte déjà plus de quatre cent cinquante hectares de vignes américaines ; enfin les plantations entreprises cet hiver l'ont été avec tant d'activité que les plants de certains cépages ont été épuisés, bien avant le moment même de la taille.

En présence de la promptitude de ce grand mouvement, qui entraîne

(1) *Des vignes américaines, leur culture, leur résistance au phylloxera, leur avenir en Europe*, par J.-E. Planchon, Montpellier, C. Coulet. — Paris, A. Delahaye. 1875.

(2) Ecole d'agriculture de Montpellier : *Programme des études pratiques de viticulture et d'ampélographie*, deux rapports par MM. Saint-Pierre et Foëx. (Montpellier, Coulet. — Paris. V. A. Delahaye, 1876). Et *Rapport à M. le directeur de l'école d'agriculture de Montpellier sur les expériences de viticulture entreprises par M. Foëx, professeur d'agriculture.* — Montpellier, Coulet, 1879.

(3) *La vigne américaine, sa culture, son avenir en Europe.* — Vienne, imprimerie E. J. Savigné.

(4) On y comptait sept délégués de gouvernements étrangers, douze délégués des divers conseils généraux, plus de cinquante délégués de diverses associations agricoles et un nombre considérable de viticulteurs.

nos agriculteurs du Midi, les esprits calmes, qui n'ont pas suivi de près les diverses péripéties traversées par ces derniers, peuvent se demander à première vue s'il n'y a pas par là un simple engouement passager, qui ne donnera lieu, par la suite, qu'à d'amères déceptions, comme cela a été le cas pour les insecticides dans cette région. C'est ce que nous allons examiner avec impartialité, cherchant à nous dégager également de l'enthousiasme prématuré de ceux qui croient la question déjà complètement résolue, et des banalités et des préjugés puérils dont l'ont environnée ceux qui la jugent de loin, à travers de vagues aphorismes lancés *à priori*.

La question qui doit nous préoccuper en premier lieu est évidemment celle de la résistance que ces vignes sont susceptibles d'opposer à l'action du phylloxéra, puisque seule cette qualité peut justifier les préoccupations dont elles sont l'objet. La notion de la *résistance* des vignes américaines s'appuie sur deux ordres de faits, les uns résultant de l'expérience culturale et directe, les autres de recherches purement scientifiques. Les premiers ont évidemment une valeur pratique beaucoup plus considérable que les seconds et c'est à eux que, en définitive, appartiendra le dernier mot, parce que, comme nous l'a montré le commencement de nos études sur le phylloxéra, les conceptions scientifiques les plus sérieuses et les mieux fondées en apparence ne pénètrent quelquefois que le côté le plus apparent des choses, de telle sorte que leur application vient, en certaines circonstances, échouer dans ce milieu si complexe et si insuffisamment connu que leur offre la culture. Nous commencerons donc, en premier lieu, par rechercher et discuter les faits de cet ordre, renvoyant à plus tard l'étude de quelques points de vue plus théoriques, dans lesquels les premiers trouveront une utile confirmation et un appui.

Démontrer l'ancienneté de l'existence de vignes américaines dans un milieu phylloxéré, où nos vignes du pays succombent, est le plus sûr moyen d'établir leur *résistance*; aussi est-ce dans les premières tentatives faites que nous trouverons les meilleurs arguments, et les États-Unis, patrie du phylloxéra et des cépages qui nous préoccupent, sont évidemment le champ d'essai le plus ancien que nous pouvons étudier. Mais l'innocuité même de l'insecte, par rapport à la plupart des espèces qui y sont cultivées, a longtemps empêché les Américains de fixer leur attention sur cette question, et jusqu'au moment où, à la suite de la découverte de l'insecte aptère souterrain en Europe, par M. Planchon, Riley en eut reconnu la présence en Amérique, on n'y connaissait que ses formes aériennes et personne n'avait songé à en examiner les ravages sur les racines. Il faut donc se livrer à une sorte d'enquête rétrospective pour se rendre compte de l'ancienneté du mal dans ces con-

trées : il semble en premier lieu, en considérant l'analogie qu'offre le récit des échecs éprouvés par ceux qui ont tenté autrefois, ainsi que l'a fait Lakanal (vers 1820), de planter des vignes d'Europe aux États-Unis, avec ce qui se passe aujourd'hui dans ce pays, que, déjà à cette époque, le phylloxéra habitait ces contrées (1). On a invoqué, il est vrai, le climat comme cause de ces insuccès, mais cette assertion est difficilement soutenable en présence d'une indication recueillie par M. Planchon dans l'herbier de Philadelphie; un échantillon de vigne y e accompagné de la note suivante en anglais, due à Buckley, botaniste américain, qui a surtout étudié la flore du Texas : N° 79, raisin noir doux; vigne importée; prospère remarquablement, greffée sur le *mustang* (2). Je l'ai vue greffée sur le *mustang*, dans une situation défavorable, porter dès la quatrième année 10 bushels (plus de trois hectolitres) de raisins. Elle ne prospère pas sur sa propre racine, à moins de très grands soins. » On ne peut voir ici l'action du climat, puisque la plante prospère dès qu'elle n'a plus ses racines dans le sol.

Au reste, une preuve très positive de l'existence ancienne de l'insecte en Amérique a été constatée dans un autre herbier celui du Dr Engelmann, de Saint-Louis (Missouri), par le même savant; il a vu des galles phylloxériques sur les feuilles d'un échantillon de la *V. monticola* (Buckley) recueilli au Texas en 1834 par Berlandier. Ainsi on peut conclure sûrement que le phylloxéra se trouve dans ces contrées au moins depuis quarante ans; eh bien, malgré cette longue cohabitation, le rapport de M. Planchon nous montre la plupart des espèces et des variétés indigènes prospérant dans tous les lieux qu'il a visités, et au mois de septembre dernier, M. Campbell, délégué de l'État de l'Ohio à l'Exposition universelle, déclarait formellement à la réunion pour l'étude des vignes américaines, tenue à Montpellier, que depuis seize ans qu'il suit les études sur le phylloxéra dans les vignes de l'État où il réside, le mal n'a pas augmenté et n'augmente pas (3). Si nous franchissons, au contraire, les montagnes Rocheuses et si nous pénétrons en Californie, où les vignobles sont constitués par des vignes européennes (*Mission Grapes*), importées par les Espagnols, lesquelles, grâce à l'isolement de cet État, ont pu prospérer pendant de longues années et où l'invasion est de date encore récente, nous retrouverons les mêmes désastres qui ont signalé les attaques de l'insecte dans le Midi de la France.

Ces faits, on en peut le nier, ont une importance capitale, mais on

(1) Voir Planchon, *loc. cit.*, p. 85, 86, 87 (note).
(2) Vigne américaine sauvage au Texas, très résistante; c'est la *V. candicans* d'Engelmann.
(3) *La vigne américaine*, 15 décembre 1878. — *Congrès viticole de Montpellier*, p. 292.

est en droit de se demander si les choses se passeront chez nous comme là-bas; aussi l'examen des diverses tentatives faites en France est-il nécessaire pour détruire cette dernière objection, en démontrant l'identité à peu près constante des résultats obtenus.

Les deux plus anciennes plantations de vignes américaines qui aient été faites dans notre pays sont celles de M. Laliman à Bordeaux, que nous avons déjà signalées, et celle de M. Borty à Roquemaure (Gard); elles datent de douze à seize ans et sont encore vigoureuses et bien portantes, quoique soumises à l'action du phylloxéra, probablement depuis douze ans environ. On peut, il est vrai, objecter à ces deux expériences aujourd'hui classiques, que quelques pieds de vignes du pays, situés près de ces dernières, ne sont pas encore complètement morts ; mais la végétation chétive et la stérilité de ces ceps, épaves clair-semées du grand naufrage des vignobles environnants, ne peuvent être comparées au beau développement et à la fécondité remarquable de leurs congénères du Nouveau-Monde. Du reste, à ce point de vue, une expérience un peu plus récente, il est vrai, mais néanmoins très caractéristique, mérite d'être mentionnée : c'est celle de M. H. Aguillon, dans le Var. Ce viticulteur, après avoir perdu à peu près toutes ses vignes par le phylloxéra, imagina de planter une pièce de terre avec des cépages de provenances diverses, afin de se rendre compte de la résistance que quelques-uns d'entre eux pourraient opposer au fléau ; 150,000 boutures, réparties en 340 espèces ou variétés environ, furent mises en place en 1872 ; la reprise des boutures fut généralement bonne, mais, dès l'année suivante, les vignes du pays commencèrent à décliner, pour disparaître bientôt ; seuls, quelques pieds américains de York-Madeira, Jacquez, Cunningham, Herbemont, Taylor persistèrent et sont encore, après sept ans, dans de bonnes conditions d'existence. Là, les résultats sont indiscutables : tout a péri, sauf les américains que nous venons de citer, et la nature plus que médiocre du sol, qui est très caillouteux, exclut l'idée d'une résistance temporaire, due à des conditions exceptionnellement favorables.

Un certain nombre d'expériences faites dans les environs de Montpellier à la même époque ont donné des résultats analogues. A l'école d'agriculture, où les essais sont de date plus récente, on a pu néanmoins voir également se confirmer ces données générales : dans une intéressante collection créée en 1873 par M. le professeur Durand, aussi bien que celle, plus étendue, établie en 1876 par l'auteur de cette communication, on peut constater que les cépages américains déjà signalés et plusieurs autres, sont en pleine voie de développement et de progrès, tandis que la plupart des vignes du pays déclinent dès leur seconde feuille. Au reste, un fait accidentel qui s'y est révélé cette année est

bien de nature à caractériser ces phénomènes : une greffe de *Solonis (cordifolia-solonis, Planchon)*, faite en 1876 sur une vigne du pays, assez vigoureuse encore à cette époque, a fourni en 1877, par un de ses sarments, un provin dont la végétation est à l'heure qu'il est très remarquable, tandis que la greffe posée sur le pied indigène est complètement rabougrie, au contraire. Cet exemple nous montre, en effet, un même individu se développant de la manière la plus exubérante sur ses propres racines dans le milieu même où il périt sur les racines de notre *V. vinifera*.

Nous citerons enfin l'expérience très intéressante de M. Reich, à l'Armeillère, près Arles, dans les Bouches-du-Rhône. Après avoir fait creuser profondément le sol, il y a quatre ans, dans deux vastes carrés, cet habile agriculteur fit déposer au fond de la fosse ainsi obtenue, une couche de racines phylloxérées de $0^m,20$ environ, et il planta immédiatement après sur ces points des vignes américaines diverses, mélangées à des plants du pays. Aucun des cépages indigènes n'a pu atteindre le terme de sa seconde année, tandis que la plupart des américains ont actuellement un développement merveilleux.

Les faits de cette nature, aujourd'hui extrêmement nombreux dans le Midi, démontrent d'une manière certaine la résistance *relative* des vignes américaines; il est évident qu'elles vivent beaucoup plus longtemps dans le phylloxéra que les vignes indigènes et offrent, par conséquent, des garanties bien plus considérables que ces dernières au cultivateur qui les emploie. Mais des objections graves peuvent encore être soulevées : leur résistance sera-t-elle absolue ou dureront-elles suffisamment longtemps dans ces conditions, pour qu'il devienne possible d'en reconstituer des vignobles? — Ceci est une question que le temps seul pourra résoudre d'une manière péremptoire; jusqu'à ce qu'une vigne plantée de ces cépages ait atteint au milieu du phylloxéra le terme normal de son existence, on aura le droit d'élever des doutes à cet égard, mais chaque année d'observation qui s'ajoute à la précédente vient nécessairement en atténuer la portée. Or, en définitive, quelques-unes des expériences que nous possédons ont déjà un âge assez respectable pour suggérer quelque confiance en l'avenir, alors que surtout aucun signe avant-coureur du déclin ne s'est manifesté jusqu'ici dans nos plantations les plus anciennes.

Evidemment partout le succès n'a pas été le même; toutes les vignes américaines ne sont pas également résistantes; certaines d'entre elles, telles que quelques cépages du groupe des *V. labrusca*, la plupart des *hybrides* ne le sont guère plus que les nôtres, et là où on les a plantés, on a eu des mécomptes; d'autres sont plus difficiles quant à la nature du sol, au climat, et ont échoué dans certaines localités. Mais la valeur,

au point de vue qui nous préoccupe, des types sur lesquels l'attention s'est fixée au début, n'est atteinte en aucune manière par ce fait; la *résistance* et l'*adaptation* sont deux choses absolument distinctes et qui ne sauraient être confondues. On ne peut pas plus exiger d'un plant, parce qu'il est résistant au phylloxéra, qu'il vive dans un terrain calcaire, alors qu'un sol siliceux lui est nécessaire, que l'on pourrait demander à un Européen qui a été vacciné, parce qu'il peut échapper à la petite vérole, de se bien porter sous le climat de Saïgon ou de Cayenne.

Au reste, la question est arrivée actuellement à un point tel que l'on serait en droit de négliger les quelques accidents qui se produiraient dans l'application, alors même que la cause ne pourrait en être immédiatement déterminée, contrairement à ce qui a eu lieu presque toujours jusqu'ici. On doit, en effet, appliquer à l'étude des phénomènes agricoles cette méthode expérimentale qui est aujourd'hui la base la plus solide des sciences d'observation, et lorsqu'à un grand nombre de faits convergents dans le même sens, viennent s'en entremêler un petit nombre qui paraissent contraires aux données établies par les précédents, il faut, non les négliger, mais les accueillir avec réserve et les analyser avec la conviction que, une fois mieux étudiés, ils rentreront dans les lignes de la loi générale.

Mais, si les résultats de ces expériences sont de la plus haute importance, comme nous l'avons déjà dit, en vue d'atteindre le but que nous poursuivons, ils ne suffisent pas aux exigences de notre esprit.

En effet, notre intelligence est ainsi faite que la constatation du fait brut ne la contente pas et qu'elle est impérieusement poussée vers la recherche des causes, alors même que le résultat obtenu est capable de satisfaire pleinement par lui-même aux besoins en vue desquels on l'a poursuivi. De plus, considérés même au point de vue purement agricole, les faits dont on n'a pas la raison, n'amènent qu'à des résultats particuliers dont il est impossible d'indiquer les limites d'application. La cause connue, au contraire, on marche plus sûrement, et des horizons plus étendus s'ouvrent pour la pratique. L'étude des causes de résistance a donc son utilité, après celle qui vient d'être présentée sur les faits démontrant que les plants américains possèdent cette propriété.

On a d'abord pensé que la résistance de ces vignes était due à leur grand développement radiculaire et à la faculté qu'elles avaient de refaire leurs racines plus promptement que le phylloxéra ne pourrait se multiplier lui-même. Cette explication, assez plausible à première vue, ne peut être considérée comme suffisante. En effet, si l'on examine les choses de près, on ne tarde pas à reconnaître que l'abondance même des racines est une cause favorable à la multiplication de l'insecte.

De même que l'on a dit que, à côté d'un pain naissait un homme, on peut également et plus exactement avancer que, à côté d'une racine naissent des milliers de phylloxéra, de telle sorte qu'étant donné l'accroissement prodigieusement rapide des colonies souterraines, lorsqu'elles se trouvent dans des conditions favorables, on conçoit toujours un moment où il dépassera celui des racines. Au reste, une preuve décisive à cet égard peut être déduite de l'examen de certains types de *V. labrusca* américain, tels que l'*Isabelle*, par exemple, laquelle, bien que pourvue d'un appareil radiculaire aussi développé que celui du *Jacquez* (*V. aestivalis*) et quoique doué d'une végétation aussi active, succombe, tandis que ce dernier résiste.

Une autre hypothèse a été formulée en 1876 par M. Boutin; ce chimiste pense que la résistance est due à la présence dans les racines américaines de substances plastiques auxquelles il a donné le nom de *matières résinoïdes*, qui s'opposeraient à l'extravasion de sève résultant de la piqûre du phylloxéra. D'après ses recherches, qui ont porté malheureusement sur un nombre trop restreint d'échantillons venus de lieux assez différents, la résistance serait proportionnée à la quantité de ces matières renfermées dans les racines. Cette théorie repose sur une conception inexacte des phénomènes déterminés par l'attaque de l'insecte; il n'y a pas, à proprement parler, de perte de liquide par la petite ouverture faite avec son rostre. La lésion mécanique produite directement ainsi est insignifiante, et on ne peut attribuer à son occlusion par une sorte de mastic naturel la persistance de la vigne. Au reste, les analyses faites à l'école d'agriculture de Montpellier, d'après les données de M. Boutin, n'ont pas confirmé ses indications relatives à la proportionnalité des *matières résinoïdes* avec le degré de résistance. C'est autre part, pensons-nous, qu'il faut en chercher la raison, ainsi qu'il résulte des études que nous avons entreprises sur cette question (1).

Mais, avant d'entrer dans l'examen de ces causes elles-mêmes, il est utile que nous rappelions brièvement la structure des racines de vignes. Les racines de vignes ne sont quelquefois formées au début que par un cylindre de *tissu cellulaire*, dans lequel se développe, par la suite, le *corps ligneux*; d'autres fois, elles naissent avec un *corps ligneux* tout formé. Le corps ligneux ou *cylindre central* est formé par des *faisceaux fibrovasculaires*, agglomération (comme leur nom l'indique) de *fibres* et de *vaisseaux*, et par les *rayons médullaires* constitués par un tissu de nature cellulaire un peu particulier. Au lieu

(1) Voir les *comptes rendus de l'Académie des sciences*, 16 décembre 1876, 15 janvier et 30 avril 1877. *Notes relatives aux causes de résistance des vignes américaines et aux lésions produites par le phylloxera sur les racines*, par M. Foëx; enfin le *rapport sur les expériences de viticulture* déjà cité.

que les cellules de ces organes soient de simples utricules plus ou moins sphéroïdes ou polyédriques, comme celles de la masse de *parenchyme* de l'écorce, qui entoure le cylindre central, elles ont une forme plutôt prismatique et constituent par leur ensemble ce que l'on appelle, en botanique, un tissu *muriforme*, c'est-à-dire rappelant par ses dispositions celles des constructions en moellons. De plus, elles sont environnées par des corps d'une nature un peu différente de celle de leur enveloppe propre, auxquels M. Fremy a donné le nom de *corps épiangiotiques* (c'est ce que l'on appelait autrefois *matière incrustante* du bois); enfin les parois cellulosiques qui forment la cellule elle-même sont amincies sur certains points appelés *ponctuations*, à travers lesquels s'opèrent les phénomènes d'échange par voie de *diffusion*, qui constituent les principales fonctions de ces organes.

Si l'on examine ensuite comment se forment les altérations, on constate en premier lieu que les lésions produites par le phylloxéra, n'intéressent directement que les tissus cellulaires (*parenchyme des feuilles*, *parenchyme cortical* et quelquefois *rayons médullaires* de la racine). On remarque, en outre, que la piqûre de l'insecte détermine, dans la région où elle se produit, un afflux de matière azotée dissoute, cheminant par voie de diffusion d'une cellule à l'autre vers le point d'attaque, et la transformation de la fécule (lorsqu'elle existe dans les tissus piqués) en glucose. Ces phénomènes paraissent dus à l'introduction où à la formation dans la portion lésée d'une substance acide, laquelle coagulerait la matière azotée renfermée dans les cellules voisines, et provoque, rait ainsi l'arrivée de matériaux dissous destinés à les remplacer. Il ne tarde pas à se produire, dans la région où se manifestent ces phénomènes, une hypertrophie des tissus résultant de la formation de nouvelles cellules; l'accroissement de volume qui en est la conséquence s'étend plus ou moins, suivant que les tissus sont primitivement plus ou moins durs dans les racines; la pression des tissus environnants finit par limiter le développement du renflement; il se produit alors une saturation des cellules, qui continuent à absorber sans qu'il y ait résorption, et bientôt la masse s'altère en donnant naissance à une série de produits analogues aux *corps fumiques*. Dans les feuilles, au contraire, où les renflements peuvent prendre tout l'accroissement qu'implique la cause qui les détermine, il n'y a généralement pas d'altération de tissus.

Les lésions produites par le phylloxéra acquièrent une importance variable suivant les circonstances : lorsque les racines jeunes ne renferment pas de corps ligneux proprement dit, les renflements prennent un volume assez considérable, et, en définitive, s'altèrent complètement, ce qui détermine la perte de la racine attaquée, *quel que soit le type auquel*

elle appartienne. Lorsque le corps ligneux central a fait son apparition le renflement prend un volume plus ou moins considérable, suivant que la proportion du parenchyme cortical est elle-même plus ou moins grande et suivant la densité naturelle des tissus du type considéré, et une différence très sensible se montre dans l'étendue des altérations qui en sont la conséquence, selon que l'on se trouve en présence des racines de *V. vinifera* d'une part, ou de celles de certaines espèces américaines (*V. aestivalis*, *V. riparia* et *V. candicans*, par exemple), d'autre part. En effet, tandis que dans le premier cas, les altérations intéressent les diverses natures de tissus cellulaires de la racine (parenchyme cortical et rayons médullaires), dans le second, au contraire, la couche corticale seule est atteinte. Les conséquences de la pénétration des rayons médullaires chez notre *V. vinifera* sont, au bout d'un certain nombre d'attaques, l'altération *consécutive* des faisceaux fibro-vasculaires et de la destruction de la racine, tandis que, dans les espèces américaines précitées, tout se borne à une altération superficielle qui se termine par la cicatrisation des tissus et la formation d'une sorte d'eschare, laquelle ne tarde pas à se détacher. Les diverses variétés de la *V. labrusca* semblent, en général, intermédiaires, au point de vue de l'importance des lésions, entre les catégories que nous avons établies précédemment. Les différences qui viennent d'être indiquées trouvent une explication rationnelle dans une différence correspondante dans la structure des tissus des racines des vignes qui les présentent. En effet, si l'on considère des racines de même ordre de ces espèces, on ne tardera pas à constater que celles des *V. aestivalis*, *V. riparia*, etc., sont dans un état de lignification plus parfait que celles de la *V. vinifera* ; les rayons médullaires en sont plus étroits, plus nombreux, formés de cellules plus petites, plus riches en *corps épiangiotiques* ; enfin les ponctuations de ces cellules sont d'un diamètre notablement plus petit que chez cette dernière. Ces caractères indiquent évidemment une perméabilité moindre des tissus spéciaux des rayons médullaires, ce qui donnerait la raison de leur immunité dans un cas et de leur altération dans l'autre.

La constatation de ces faits présente une importance considérable au point de vue des garanties que peuvent nous offrir pour l'avenir les vignes américaines ; en effet, dans le cas où, ainsi que nous le disions précédemment, la résistance n'aurait été due, comme on le supposait d'abord, qu'à un plus grand développement des racines ou à la facilité avec laquelle certains cépages pourraient remplacer celles que le phylloxéra aurait détruites, on aurait à redouter que, placées dans des conditions d'existence défavorables, ou à la suite d'une multiplication un peu considérable de l'insecte, ils ne finissent par succomber ;

tandis que la résistance résultant d'une structure et d'un mode de fonctionnement particulier des tissus ne paraît pas modifiable, quelles que soient les circonstances et quel que soit le nombre des insectes.

Nous terminerons cette étude sur la résistance, qui nous a montré les faits observés par la pratique concordant parfaitement avec les données scientifiques recueillies sur cette question, par une considération générale qui, bien qu'elle résulte d'un point de vue purement rationnel, a une réelle valeur, savoir que l'existence même du *phylloxera vastatrix* est une preuve de la résistance de certaines espèces de vignes. Il est évident, en effet, que si toutes les vignes se comportaient comme notre *V. Vinifera* en présence de ses attaques, depuis longtemps l'insecte, qui ne peut vivre que sur des plantes de ce genre botanique, aurait épuisé toutes les ressources dont il pourrait disposer pour son alimentation, et que l'espèce s'en serait éteinte d'inanition. Or, aucun type ne peut, à ce point de vue, nous offrir de garanties semblables à celles que nous donnent les diverses espèces américaines, dont beaucoup ont été en contact continu avec le phylloxéra et ont subi de sa part une véritable sélection naturelle. C'est ainsi que, si l'on arrive à rencontrer parmi les plants asiatiques proposés récemment par M. Lavallée des races résistantes, ce sera un hasard, tandis qu'on doit forcément en trouver chez les premiers par suite d'une nécessité naturelle d'existence.

M. Henri MARÈS

Correspondant de l'Institut, à Montpellier.

LE PHYLLOXÉRA, LES INSECTICIDES, LES VIGNES AMÉRICAINES

— Séance du 1er septembre 1879. —

Il y a plus de onze ans que le phylloxéra a été découvert au mois de juillet 1868. Ses ravages étaient déjà considérables. L'année précédente, au mois de novembre 1867, M. Delorme, propriétaire et viticulteur à Arles, avait signalé à Saint-Martin-de-Crau une vigne morte à la suite d'une maladie inconnue, et dont toutes les racines étaient pourries. En 1868, le fléau prenait une extension considérable dans 3 départements contigus : le Gard, Vaucluse, les Bouches-du-Rhône, et détruisait d'immenses vignobles, ainsi que cela fut constaté l'année suivante par une Commission spéciale de la Société des Agriculteurs de France.

En 1868, une Commission de la Société d'agriculture de l'Hérault, composée de MM. Planchon, G. Bazille et Sahut découvrait le phylloxéra dans la commune de Saint-Rémy (Bouches-du-Rhône), et le considérait comme la cause du mal dont périssaient les vignes. M. Planchon s'occupa immédiatement de l'étude de l'insecte auquel il donna le nom de rizaphis, puis de phylloxéra vastatrix. Depuis MM. Cornu et Balbiani ont fait du phylloxéra l'objet de recherches approfondies qui ont conduit à une connaissance plus complète des mœurs et des transformations de cet étrange parasite destructeur. L'histoire du phylloxéra, ayant été exposée à diverses reprises, notamment par MM. Planchon et Lichtenstein, nous n'en parlerons pas ici afin de nous en tenir plus spécialement aux questions qui touchent à la reconstitution même des vignobles.

Des recherches actives firent découvrir le point de départ du mal au plateau de Pujaut, près Roquemaure, et à Roquemaure même, dans l'enclos de M. Borty, où quelques années avant (en 1863) avait été plantée une collection, enracinée, de cépages américains.

D'un autre côté, à l'un des points extrêmes de la France, à Bordeaux même, sur les bords de la Gironde, on découvrit aussi le phylloxéra et des vignes phylloxérées, chez M. le docteur Chaigneau et chez M. Lalimant. L'infection paraît avoir eu pour origine une importation de cépages américains remontant aux années 1863-64.

L'invasion phylloxérique qui a commencé simultanément sur ces deux derniers points, après des importations de cépages exotiques, a pris une extension très différente.

Tandis que toutes ou presque toutes les vignes sont détruites depuis 1872 à 1876 dans le Gard, Vaucluse et les Bouches-du-Rhône, que les départements voisins de ces derniers, l'Ardèche, la Drôme, le Var, les Alpes-Maritimes et l'Hérault sont gravement attaqués et en voie de prochaine destruction ; autour de Bordeaux, dans la Gironde, une partie relativement moindre est détruite, il en est de même dans les départements voisins, par exemple, la Dordogne.

Les Charentes font exception, le mal y est plus développé, mais les surfaces des vignes indemnes y sont encore bien plus considérables que les surfaces détruites. Le tableau suivant, tiré de la circulaire ministérielle du 20 juin 1878, peut en donner une idée :

Tache orientale :

	Avant la maladie.	Sup. détruites.	Sup. malades.	Total tué ou attaqué.
	—	—	—	—
Gard.	98.942 h.	96.092 h.	10.375 h.	»
Bouches-du-Rhône. . . .	46.691	37.078	8.012	»
Vaucluse.	32.000	31.000	4.000	»
A reporter.	177.633 h.	164.170 h.	22.387 h.	»

	Avant la maladie.	Sup. détruites.	Sup. malades.	Total tué ou attaqué.
	—	—	—	—
Report	177.633 h.	164.170 h.	22.387 h.	
Var.	90.327	30.476	24.230	»
Ardèche.	34.131	17.806	8.352	26.158
Drôme	38.657	15.248	8.243	23.491
Hérault	180.000	85.916	28.284	»
	520.748 h.	313.616 h.	91.496 h.	405.112 h.

Tache occidentale :

Gironde	155.232 h.	10.612 h.	39.481 h.	»
Dordogne	96.717	3.828	3.853	»
Lot-et-Garonne.	140.000	2.800	16.800	»
Charente.	116.805	24.897	37.335	62.232
Charente-Inférieure. . . .	168.945	14.190	32.275	46.469
	677.689 h.	56.327 h.	129.744 h.	186.071 h.

Ces différences paraissent dépendre du climat. Plus il est sec et chaud, plus le mal est rapide et violent. On voit, en effet, dans la région méridionale sur cinq départements, dont quatre sont riverains de la Méditerranée, le phylloxéra avoir détruit ou attaqué la presque totalité des vignes, soit 355,000 hectares sur 450,000.

Et dans la Gironde 50,000 hectares sur 155,000.

Dans les Charentes, 108,000 hectares sur 285,000.

Dans l'Ardèche et dans la Drôme, 50,000 hectares sur 72,000.

Les contrées privées de pluies estivales, desséchées par un soleil brûlant, sont bien plus rapidement attaquées que les autres.

C'est d'ailleurs ce qu'on observe en Bourgogne, en Franche-Comté, en Savoie, où on découvre des taches qui paraissent remonter à 3 et à 4 ans de durée. Dans l'extrême midi, on n'observe rien de pareil. Il est rare qu'une vigne qui n'est pas vigoureusement secourue, résiste plus de deux ou trois ans. L'attaque est même souvent foudroyante pendant les années de sécheresse, comme cela a été observé en 1868 dans la vallée du Rhône, et 1878 dans les vignobles de l'Hérault. Ces cas foudroyants se produisent surtout dans les vignes jeunes dont le système radiculaire n'a pas encore acquis un degré de consistance suffisant.

Quoi qu'il en soit, les progrès du phylloxéra ont été si grands, que les contrées intermédiaires entre les deux points extrêmes où l'invasion a commencé sont toutes atteintes, et qu'entre Bordeaux, d'une part, et Roquemaure, de l'autre, en ne considérant que l'ensemble par arrondissement, le phylloxéra s'est attaqué à tout le midi. Les vignobles fran-

çais riverains de la Méditerranée sont aussi tous attaqués de la frontière d'Italie à celle d'Espagne. Dans le centre même de la France, le mal a pénétré dans la vallée de la Loire, mais il est encore peu important. La vallée du Rhône et celles qui en dépendent sont attaquées à des degrés très différents.

L'invasion a pénétré en Bourgogne où elle est menaçante, mais dans laquelle elle n'a pas encore acquis une grande extension. A l'étranger, on sait qu'on rencontre le phylloxéra en Suisse et sur les bords du Rhin, mais il y a été énergiquement combattu, et ses dégâts y sont peu importants. Il est en Hongrie et en Autriche ; on l'a récemment découvert en Italie et en Espagne, où il prend les proportions les plus menaçantes. Les vignobles du Portugal en sont infectés depuis longtemps et paraissent avoir été atteints à peu près à la même époque que ceux du Bordelais.

Quoi qu'il en soit, le mal paraît devenir général, et s'étendre à toute la viticulture. Jusqu'à présent, c'est le fléau le plus terrible qui ait sévi sur elle, car il fait complètement périr les vignes dans un temps relativement court, et dans les pays où leur durée et leur vigueur étaient les plus grandes.

Il résulte de ce qui précède que les vignobles des contrées chaudes et sèches sont bien plus exposés que ceux des contrées arrosées. En pareil cas, la sécheresse étant un obstacle à la culture des céréales et des fourrages, les résultats économiques de la perte des vignes sont désastreux. C'est ce qu'on voit dans le Gard, et principalement dans l'Hérault, le département le plus vinicole de France, dont nous esquisserons rapidement la situation, comme un exemple à citer.

Rappelons que les vignes couvraient, dans l'Hérault, près de 200,000 hectares sur une surface cultivée de 300,000, et sur une superficie totale de 625,000 ; que de 1870 à 1877 les deux arrondissements de Montpellier et de Lodève ont perdu à peu près toutes leurs vignes, soit 95,000 hectares sur 200,000 ; que de 1878 à 1879, une partie orientale de l'arrondissement de Béziers a succombé et que le reste est couvert de points d'attaques ; que le mal commence à s'étendre sérieusement dans l'arrondissement de Saint-Pons. En résumé, on ne peut guère compter, dans l'Hérault, sur plus de 50,000 hectares de vignes indemnes, et sur 30,000 hectares à l'état d'invasion, mais capables de production. On prévoit la ruine prochaine et complète de ce grand vignoble de l'Hérault qui, en 1872, produisait plus de 15 millions d'hectolitres de vin.

Les conséquences économiques d'un pareil état de choses sont désastreuses.

Le midi viticole de la France et l'Hérault principalement, étaient devenus par la vigne, des foyers de production industrielle. La viticulture

est, en effet, une grande industrie agricole, dont le développement récent avait produit d'admirables résultats.

Ainsi lorsqu'en 1849 l'oïdium atteignit l'Hérault, les vignes s'étendaient sur *120,000 hectares* environ. Six ans après, en 1856, lorsqu'on put le combattre au moyen du soufre, elles n'occupaient plus que 80,000 hectares. En six ans, l'oïdium avait donc détruit 40,000 hectares des vignobles de l'Hérault, principalement dans les arrondissements de Montpellier et de Lodève. Mais grâce à l'emploi du soufre, qui depuis lors est rentré dans les méthodes culturales des vignerons, la reconstitution fut rapide. Sous l'impulsion de la consommation que les chemins de fer étendaient, et des hauts prix qui en étaient résultés, 10 ans après, en 1866, l'Hérault avait doublé la superficie de ses vignes; et sa production qui, en 1855 et 1856, n'avait guère atteint qu'un million d'hectolitres, s'éleva à près de dix millions en 1865. Depuis elle n'a cessé de progresser jusqu'en 1872 qui fut le point culminant de cette grande production.

Dans l'espace de 15 à 16 ans, malgré les malheurs des dernières années, une évolution admirable s'était produite, cent mille hectares de vignes avaient été créés et mis en valeur. On pouvait les considérer comme un immense atelier de travail, établi en plein air, au soleil, dans les meilleures conditions de santé, de salubrité, de moralité. En évaluant à 350 francs par hectare la moyenne de la dépense faite sur ces vastes surfaces, l'Hérault dépensait sur 200,000 hectares de vignes, dont plus de la moitié étaient de création récente, une somme de 70 millions de francs. Il sollicitait ainsi non seulement tout le travail de sa population, mais celui des départements voisins. La viticulture amenait en effet chaque année, de février en juin, le déplacement d'environ 80,000 montagnards des départements voisins, et à l'époque des vendanges, ce chiffre se doublait.

Au point de vue économique, l'Hérault était alors un des départements où l'échange des produits se faisait sur une immense échelle, et où leur liberté était la première condition de sa prospérité. En effet, selon les années, il ne produisait guère les céréales nécessaires à sa consommation, que pour une durée de 3 à 4 mois.

Il en était à peu près de même pour les fourrages et pour les pailles.

Il avait besoin d'une grande quantité de viande et il la payait très cher. Les troupeaux de bêtes à laine qui vivaient sur les pâturages secs des Garrigues avaient diminué à mesure que la vigne s'était étendue, et de plus la richesse croissante de la population lui permettait de consommer beaucoup l'aliment par excellence après le pain.

De toutes parts on bâtissait et la population augmentait. C'est la vigne qui payait tout. L'Hérault était un pays d'échange par excellence.

Nulle part aussi la liberté des échanges n'y a été mieux appréciée et n'y a jeté de plus profondes racines.

Depuis peu, tout est bien changé.

Malgré les efforts les plus vigoureux, les vignes ont péri, et la terre naguère si productive, ne donne que les plus minces revenus. Dans un grand nombre de cas, elle n'en donne même plus. Peu propre, à cause de la sécheresse du climat, à la production des céréales et des fourrages, elle subit une évolution désastreuse. Les capitaux immobilisés dans les celliers, deviennent absolument improductifs, et tombent à la charge des possesseurs; la ruine des vignes phylloxérées comporte le plus souvent trois années, au moins, d'improductivité qui ne couvrent pas les dépenses de culture. Les terres des coteaux impropres à d'autres cultures tombent en friche. Ces terres sont malheureusement en grand nombre dans la région méditerranéenne. Leur produit en vignes calculé à raison de 35 hectolitres par hectare et de 20 francs par hectolitre, était de 700 francs brut, et 300 à 350 francs net. Aujourd'hui le retour à la dépuissance de ces terres, ne permet guère d'en tirer, au moyen des bêtes à laine, plus de 8 à 10 francs par hectare, en admettant que deux moutons en moyenne puissent s'y nourrir.

Il faut nécessairement sortir de cette situation qui entraînerait la dépopulation du pays, et plus particulièrement la perte de sa population rurale. Ce serait la plus grande des pertes qu'il pourrait éprouver, car elle ajournerait indéfiniment la possibilité de sa reconstitution, les propriétaires ne trouvant plus à leur disposition la main-d'œuvre nécessaire pour leurs opérations les plus essentielles.

Comment en sortir aujourd'hui ?

Les moyens les plus rationnels me paraissent consister :

1° Dans une remise de l'impôt foncier aux viticulteurs atteints par le phylloxéra, pendant trois années, et une remise pareille à titre d'encouragement à ceux qui replanteraient leurs terres.

2° En travaux pour amener dans ces contrées desséchées, la plus grande quantité d'eau possible. Le Rhône, dont les eaux fertilisantes vont sans profit et en immense volume, se perdre à la mer, pourrait largement fournir à l'irrigation du littoral méditerranéen, et en régénérer l'agriculture. Ces eaux si abondantes, dont la navigation ne tire plus que des avantages insignifiants, sont un trésor dont l'agriculture tirerait les plus grands profits, et qui se perdent inutilement. Dans tous les cas, si on ne considère que les époques pendant lesquelles en été les eaux du fleuve sont au-dessus de l'étiage, on pourrait sans nuire à la navigation, couvrir d'eaux fertilisantes nos campagnes desséchées.

Les travaux de construction du canal retiendraient dans le pays les populations rurales qui faute de ressources se verraient contraintes à

émigrer. Ces travaux s'imposent donc comme une nécessité urgente.

3° Il faut activement travailler à la reconstitution des vignes, qui seront toujours la base la plus solide de l'agriculture méridionale.

Dans ce but, plusieurs moyens se présentent :

D'abord défendre les vignes encore indemnes et vigoureuses qui donnent de bons produits afin de rester centre de production et de commerce, et de conserver le goût et la connaissance de la viticulture.

Les moyens exclusivement culturaux sont insuffisants; l'expérience l'a partout démontré ; mais ils donnent d'utiles résultats quand ils sont combinés avec des moyens insecticides, et lorsqu'ils sont appliqués dans les terrains qui permettent la résistance de la vigne.

En première ligne se présente la plantation des sables, comme ceux de la plage d'Aigues-Mortes. Ces sables forment un *milieu*, dans lequel la vigne suffisamment pourvue d'engrais, donne des produits abondants, et qui ne permet pas au phylloxéra de se multiplier. Cet insecte y succombe très vite, mais de légères quantités de terre ou de limon mêlées aux sables modifient suffisamment le milieu pour que le phylloxéra y pullule et détruise la vigne. On devra donc s'attacher lorsqu'on possédera des vignobles en terrains de sables à ne pas modifier la composition du sol, dans un sens qui pourrait y amener la présence de cet insecte.

Au premier rang des procédés de destruction du phylloxéra se présente la *submersion* étudiée et appliquée avec succès par M. Faucon. On connaît les détails de cette opération pour laquelle il faut de très grands volumes d'eau, et des sols peu perméables placés près des cours d'eau. Il faut de plus prolonger la submersion pendant 50 jours au moins, pour que la vigne soit utilement défendue. Il est à regretter que bien peu de terrains puissent répondre à de pareilles conditions. Dans tous les cas la submersion a démontré que la vigne peut être utilement défendue. Un point sur lequel j'appellerai l'attention des viticulteurs, est celui de l'âge des vignes qu'on submerge. Lorsque ces vignes ont passé la période de la jeunesse, quand elles arrivent à 25 ou 30 années, et qu'elles sont déjà attaquées, elles ne peuvent guère se reconstituer; dans ce cas le meilleur parti à prendre, est de les arracher et de les replanter. On rentre ainsi dans la règle générale de l'expérience qui démontre qu'une vigne trop attaquée ne peut être utilement rétablie.

Les autres insecticides qui agissent plus spécialement par leurs propriétés particulières sont le sulfure de carbone et ses dérivés, les sulfo-carbonates alcalins ou terreux.

M. Dumas, en proposant les sulfo-carbonates aux viticulteurs, a plus particulièrement signalé le sulfo-carbonate de potassium qui possède la

double propriété d'être un insecticide énergique et un engrais précieux pour la vigne.

Les engrais sont, en effet, indispensables pour conserver les vignes dès qu'elles sont atteintes par le phylloxéra ; ils sont indispensables à leur reconstitution et doivent toujours être associés à l'emploi des insecticides et des sels de potasse.

M. Cauvy s'est appliqué à fabriquer du sulfo-carbonate de calcium dont il s'efforce de répandre l'emploi.

Nous devons faire observer que jusqu'à présent les insecticides ont presque toujours été employés trop tard lorsque la vigne était déjà trop malade. Leur application devrait être préventive, tandis qu'elle n'a encore été, dans la plupart des cas, que curative.

Enfin, il faut convenir que leur emploi n'est pas toujours possible dans des conditions utiles.

C'est ce qui a eu lieu pour le sulfure de carbone, dont l'action sur le phylloxéra ainsi que le mode d'emploi, ont été spécialement étudiés par M. Marion à Marseille. — Les sols rocheux qui produisent tant de bons vins, et dans lesquels la vigne se développe si bien, ne permettent pas l'emploi des pals au moyen desquels on fait pénétrer le sulfure de carbone dans la terre; les terrains argileux, quand ils sont secs, laissent mal diffuser le sulfure de carbone ; de là de grandes inégalités dans l'emploi de cet agent. Il rend néanmoins les plus grands services quand il s'agit, au début d'une invasion, d'éteindre les premiers foyers phylloxériques, et c'est à lui qu'on recoure actuellement dans ce but, afin de retarder tout au moins, l'invasion des vignobles, quand on ne peut pas l'empêcher.

Les belles expériences de M. Marion et les bons résultats qu'ont donnés divers traitements au cap Pinède et au Galetas autour de Marseille, à Tain, chez M. Thiollière au vignoble de l'Hermitage, les applications de l'association viticole de Libourne, démontrent l'efficacité du sulfure de carbone. Dans ma pratique, j'en ai eu des effets remarquables toutes les fois qu'il a été employé dans des sols récemment arrosés, et autour de ceps encore exempts sur leurs racines de fortes lésions phylloxériques. Mais lorsque les racines sont déjà attaquées et détériorées, l'action du sulfure de carbone produit sur elles des mortifications qui précipitent la mort du sujet, ainsi que je l'ai signalé en 1877. Il faut donc employer le sulfure de carbone pour en obtenir un résultat utile dans les terrains assez frais pour que la diffusion des vapeurs puisse régulièrement s'y produire, et avant que la vigne soit assez attaquée pour que la végétation en ait souffert. Les vignes jeunes supportent bien mieux le traitement par le sulfure de carbone, que les vignes déjà vieilles.

Enfin, il convient, autant que possible, de n'employer le sulfure de

carbone que lorsque la végétation de la vigne est en repos apparent, d'octobre en mars. Je l'ai cependant appliqué avec succès au mois de juillet, aussitôt après une pluie.

M. Talabot, par l'organisation à la fois habile et puissante qu'il a su donner à l'étude des applications du sulfure de carbone, a fait faire à cette question les progrès décisifs qui l'ont rendue pratique. Les services qui en cette occasion ont été rendus par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée méritent à son directeur général la reconnaissance des viticulteurs.

Les sulfo-carbonates dissous dans de grandes quantités d'eau ne portent aucune atteinte à la végétation de la vigne quelle que soit l'époque de leur emploi. Ils présentent encore un moyen précieux d'attaquer le phylloxéra à toutes les périodes de son existence. Employés à la dose de 500 kil. par hectare, mêlés à 125 ou 150 mètres cubes d'eau répartis aux pieds des ceps, on en obtient d'excellents effets. On peut ainsi les appliquer aux terrains rocheux, l'eau permettant de les pénétrer et d'y diffuser l'insecticide. L'emploi de ce mode de traitement présente de sérieuses difficultés quand il n'est pas accompagné d'un outillage spécial. Mais cet outillage créé avec une grande intelligence par la Compagnie pour le traitement des vignes phylloxérées, permet avec un seul appareil de traiter plus de 3,000 ceps par jour, à raison de 30 litres de liquide pour chacun d'eux. En comptant les prix des sulfo-carbonates à 50 francs les 100 kil. et la location à forfait des appareils Mouillefert et Hembert à 50 francs par hectare, on peut estimer à 350 francs par hectare la dépense du traitement par les sulfo-carbonates. Ce prix s'abaissera encore sensiblement avec celui des sulfo-carbonates.

Partout où la vigne est susceptible de donner de grands revenus, soit par la qualité des vins, soit par une abondante production, les sulfo-carbonates permettront de la faire vivre et produire, et ils la défendront du phylloxéra. C'est à M. Dumas, l'illustre secrétaire de l'Académie de sciences, que la viticulture est redevable des sulfo-carbonates. Nous sommes convaincus, d'après nos expériences personnelles, qu'ils doivent devenir le point de départ des plus utiles applications, et qu'ils sont pour leur auteur un nouveau titre à la reconnaissance des viticulteurs.

Je dois renouveler ici ce que j'ai dit à l'occasion du sulfure de carbone; il ne faut pas entreprendre le traitement de vignes, à la fois, trop malades et trop vieilles. Les vignes jeunes de dix à quatorze ans me paraissent réunir les meilleures conditions du traitement, surtout quand elles sont dans des sols assez perméables et profonds. On les maintient aussi dans les terrains rocailleux quand on les prend au début.

J'ai employé avec succès un traitement combiné de sulfure de carbone et de sulfo-carbonate de potassium, en appliquant en hiver un

traitement simple de sulfure de carbone à raison de 20 grammes par mètre carré, en deux trous, et en été (juillet-août) un traitement au sulfo-carbonate de potassium à raison de 300 kil. de sulfo-carbonate par hectare, dissous dans 140 mètres cubes d'eau.

Sulfure de potassium. — Le sulfure et les polysulfures de potassium peuvent être aussi placés, jusqu'à un certain point, au rang des insecticides. Quand ils sont mélangés à du fumier de ferme, à la dose de 100 grammes par cep ou 460 kil. par hectare, ils soutiennent remarquablement la vigne dans les sols perméables et profonds. Le sulfure de potassium mélangé aux fumiers dégage de l'hydrogène sulfuré et du sulphydrate d'ammoniaque, mais est-ce à cette propriété qu'il faut attribuer son action qui, dans ce cas, serait insecticide? Ce serait dans tous les cas douteux. On trouve ordinairement du phylloxéra en quantité variable sur les racines des ceps ainsi traités, et par conséquent des racines très endommagées; néanmoins il en repousse d'autres qui maintiennent la végétation et la vigueur du sujet. Les vignes de M. Michel Fermaud à Las Sorrès, près Montpellier, en sont la preuve. Attaquées depuis 1872, elles donnent encore après sept ans d'utiles produits, tandis qu'autour d'elles tous les vignobles ont disparu.

Une observation générale qui s'applique à tous les traitements insecticides, c'est qu'ils ne doivent pas s'étendre seulement aux points d'attaque, d'apparence malade; *ils doivent comprendre toute la surface de la vigne.* Les foyers d'infection conservés sans défense auprès des portions traitées, compromettent sans cesse ces dernières, et finissent par les détruire.

Cépages américains. — Les difficultés que présente l'application des insecticides et les insuccès qui en ont été fréquemment la conséquence, ont fixé l'attention sur les vignes américaines proposées dès 1869 au congrès viticole de Beaune par M. Laliman, de Bordeaux, comme naturellement résistantes au phylloxéra. M. Planchon est allé, quelques années plus tard, en faire une étude en Amérique, et en est revenu convaincu qu'elles peuvent servir à reconstituer de nouveaux vignobles résistants au phylloxéra.

Il n'y a guère que huit ans que les espèces américaines ont été assez multipliées dans l'Hérault pour qu'on ait pu en faire une étude sérieuse.

D'une manière générale, on peut dire que la plupart des espèces américaines introduites d'abord dans les jardins, s'y sont conservées. Un sol très engraissé, l'humidité des arrosages leur ont fait prendre un grand développement, et elles se sont maintenues malgré les attaques du phylloxéra. On peut citer des faits analogues nombreux, relativement aux variétés françaises de la vitis vinifera. Les vignes américaines,

plantées en plein champ, n'ont pas toujours donné les mêmes résultats : si elles se sont généralement montrées plus résistantes que les cépages français usités dans nos cultures, on en a vu cependant un grand nombre jaunir, s'étioler et périr, comme nos vignes attaquées par le phylloxéra, d'autres, au contraire, se sont mieux conservées, et végètent bien là ou les cépages français ont péri. Les différences se sont accusées selon les sols et les cépages, mais le fait qu'on peut d'ailleurs vérifier partout où la vigne américaine a été plantée en remplacement des vignes françaises, c'est que d'une manière générale la résistance des *vignes américaines ne paraît être que relative*. Elles périssent trop souvent quant elles sont attaquées par le phylloxéra. De plus, la plupart d'entre elles ne croissent pas généralement d'une manière satisfaisante, dans les sols secs et rocheux des coteaux et des garrigues, elles y meurent ou s'y étiolent avec les symptômes des attaques phylloxériques.

Ces divers faits ont conduit à rechercher les espèces qui s'adaptent le mieux aux terrains assez variés de nos cultures. Les sols sablonneux et ferrugineux sont ceux dans lesquels la vigne américaine, de même que la vigne européenne, paraît réussir le mieux. Mais que de nuances dans cette adaptation du sol aux cépages américains, qui est cependant la base nécessaire de leur culture, et que d'incertitudes lorsquea pour reconstituer un vignoble au moyen de vignes américaines, on n'a pour se guider, d'autres notions que celles de la résistance du cépage, et de son adaptation au sol, qui l'un et l'autre ont donné si souvent des résultats ou trompeurs ou contradictoires !

Nous pensons qu'on peut se guider sur d'autres observations, tout en réservant cependant les résultats que l'expérience peut indiquer, relativement au meilleur choix des cépages, selon les terrains. Ces observations dérivent de la propriété qu'ont certaines espèces américaines d'être peu ou point attaquées par le phylloxéra. Cet insecte se multiplie peu ou point sur leurs racines, même dans les foyers phylloxériques les plus intenses, aussi ces vignes conservent-elles intact leur système radicellaire. Feu M. Fabre, ancien député, propriétaire à Saint-Clément, près Montpellier, signala le fait à l'Académie des sciences au mois d'octobre 1877 *pour le Riparia*, qui fut reconnu par M. Millardet pour le Riparia type de Michaux. C'est une vigne qui a été désignée aussi sous le nom de *Cordifolia sauvage*, parce qu'elle croît en abondance dans les forêts américaines.

Jusqu'à présent le Riparia-Fabre et plusieurs de ses congénères paraissent former une des espèces sur laquelle le phylloxéra se multiplie le moins.

Le Solonis paraît jouir de propriétés analogues, mais à un degré moindre, et il ne possède pas la même rusticité.

Le York madeira présente aussi peu de phylloxéra sur les racines, et végète avec une grande vigueur.

On a pu en voir des exemples frappants aux champs d'expérience de la Commission départementale à Las Sorrès où depuis quatre ans une nombreuse collection de vignes américaines est soumise à une série d'expérimentations des plus variées.

Un autre fait relatif aux cépages peu attaqués sur leurs racines par le phylloxéra, et que j'ai pu constater et signaler sur divers points de notre territoire, c'est qu'ils croissent vigoureusement dans tous les sols, même dans les plus secs et les plus mauvais. On peut s'en assurer chez Mme Fabre, à Saint-Clément ; on les voit prospérer dans les terrains où périssent les Clintons, les Taylors et la plupart des Æstivalis. — Ainsi, pour ces vignes, le fait de la présence d'un très petit nombre de phylloxéras sur les racines, se produit parallèlement à celui de leur vigoureuse végétation dans tous les terrains, même dans les sols brûlants et sans profondeur de la Garrigue et des coteaux.

Cet ensemble de faits nous paraît établir que la cause la plus fréquente de la résistance relative et si diverse des vignes américaines n'est autre que la quantité de phylloxéra qui se multiplie sur les racines. Pas ou peu de phylloxéra, végétation normale, vigueur de la vigne. Beaucoup de phylloxéra, mauvaise végétation, jaunisse, maladies diverses dont le siège est dans les racines, comme le Cottis, le Rougeau, etc. Il y a déjà longtemps (1875 et 1876), qu'exprimant mes idées sur la vigne américaine, je disais que les meilleures seraient celles sur les racines desquelles le phylloxéra se multiplierait le moins. Les faits que nous possédons aujourd'hui justifient cette appréciation des vignes exotiques. — Il est possible et même probable que les recherches étant désormais plus spécialement dirigées dans la direction que je signale, on découvrira d'autres vignes douées de la propriété d'être réfractaires ou à peu près, au phylloxéra, et qu'on augmentera ainsi les moyens propres à reconstituer les vignobles.

Les vignes américaines, dont il vient d'être question, se greffent bien avec nos vignes françaises les plus fructifières, aramons, carignanes, grenaches, morrastels, terrets, clairettes, etc., et donnent de beaux sujets, comme sur les Clintons et les Taylors, lorsque ces derniers n'ont pas été rabougris par le phylloxéra. Il y a donc lieu d'espérer qu'elles pourront devenir le point de départ de nouvelles plantations, qui s'adapteront à tous les terrains en présentant de sérieuses chances de succès contre le phylloxéra. Néanmoins il faut encore attendre que l'expérience démontre par leur durée, le succès définitif de la greffe, quand elle est faite avec nos variétés cultivées de la Vitis vinifera, et qu'elle est suivie d'une fructification soutenue.

Dans les sols profonds et fertiles, le Jacquez végète avec une grande vigueur, malgré les nombreux phylloxéras qui attaquent ses racines; mais dans les terrains maigres et secs, où son système radiculaire ne peut suffisamment se développer, il jaunit et périt. On observe aussi des faits analogues et très souvent contradictoires en apparence, pour les æstivalis (Herbemont, Cuningham, etc.) et pour les Cordifolia (Clinton, Taylors, Ives, etc.). Je ne m'étendrai pas davantage actuellement sur la vigne américaine et sur les nuances de résistance que présentent ses espèces, ce que j'en ai dit suffit pour expliquer pourquoi elle passe, aux yeux d'un grand nombre de viticulteurs du Midi, comme la ressource principale la moins coûteuse et la plus sûre, qui leur soit offerte pour replanter de nouveaux vignobles et rendre à la viticulture son ancienne prospérité, et pourquoi ils sont considérés par d'autres comme insuffisants pour cette œuvre de régénération.

Au besoin, on peut traiter la vigne américaine par les engrais et par les insecticides, comme la vigne française. On en obtient assez facilement de bons résultats.

Je crois avoir montré dans quelle voie il convient de s'engager pour en tirer tout le parti qu'elle comporte : adopter les espèces vigoureuses, faciles à la reprise, faciles à greffer, dont les racines ne sont pas attaquées de phylloxéra ou sur lesquelles il est difficile d'en trouver. On en connaît déjà plusieurs espèces, et à leur tête se place jusqu'à présent, le Riparia Fabre ou Riparia type de Michaud. Ces vignes, je le répète, végètent vigoureusement dans les mauvais sols où succombent leurs congénères américaines, fait qui contrôle et qui prouve que, dans une foule de cas les vignes américaines qui sont envahies par le phylloxéra succombent aux attaques de cet insecte, quoiqu'elles lui résistent plus longtemps et mieux que nos vignes cultivées d'Europe et d'Asie.

Ainsi, on voit ici se reproduire le fait général, d'absence ou de rareté de phylloxéra, qui concorde avec la conservation de la vigne, comme cela a lieu pour les vignes européennes plantées dans les sables, pour celles qui sont susceptibles d'être traitées par la submersion, par le sulfure de carbone, par les sulfo-carbonates. La vigne américaine rentre donc dans les conditions générales du problème qui consiste à établir les vignobles de manière à les mettre à l'abri des attaques phylloxériques; pour les uns, c'est le milieu dans lequel végète la vigne elle-même qui est réfractaire au phylloxéra, comme dans les sables, pour les autres ce sont des traitements insecticides et culturaux qui atteignent le but en détruisant l'insecte parasite ; pour d'autres encore, c'est la vigne elle-même sur laquelle doit vivre le phylloxéra qui ne lui offre pas les conditions propres à une grande multiplication, et qui dès lors rentre dans les conditions normales de sa végétation.

J'ajouterai que les vignes américaines dont les fruits sont les meilleurs, comme le Jacquez et l'Herbemont, sont très inférieures sous ce rapport aux cépages européens ou asiatiques qui forment nos vignobles français. Ces derniers, résultats de sélections poursuivies à travers les siècles, sont les plus précieux instruments de notre viticulture française et doivent, comme notre sol lui-même, en rester la base. On y parvient facilement avec la vigne américaine acclimatée et indemne de phylloxéra, en la greffant avec nos cépages. Les essais faits dans ce but sur une foule de points ont déjà donné des résultats qui permettent les meilleures espérances.

Jusqu'à présent la culture directe des cépages américains (à de rares exceptions qui ne s'appliquent guère qu'au Jaquez), ne me paraît pas destinée à donner des produits suffisants, soit sous le rapport de la qualité, soit sous celui de la quantité. Les cépages américains ne me paraissent donc guère avoir d'autre destination que celle de porte-greffes pour reconstituer nos vignobles avec les mêmes fruits, mais sur des racines différentes. Une foule de combinaisons et de résultats nouveaux, tant au point de vue cultural qu'à celui des produits, peuvent sortir de cet état de choses.

Dans les conditions actuelles, malgré les pertes que fait annuellement la viticulture et les craintes légitimes qu'elles excitent, les faits que nous venons d'exposer permettent d'espérer que cette branche si féconde de notre agriculture nationale, n'est pas destinée à périr à prochain terme.

Dans les contrées où les vignobles sont encore intacts, la surveillance rigoureuse des vignes s'impose comme une mesure de salut. Les commissions de vigilance instituées par le Ministère de l'agriculture dans tous les arrondissements viticoles, ont à remplir une mission des plus importantes; leur richesse et leur prospérité en dépendent.

Dans ces contrées, dès qu'on aura reconnu l'existence d'une tache phylloxérique, elle doit être détruite. On y parvient, soit par l'application du traitement d'extinction au moyen du sulfure de carbone, soit par la destruction de la vigne et la désinfection du sol, ainsi que cela a été pratiqué en Suisse. La loi du 15 juillet 1878 a pourvu, en France, à l'exécution de ces mesures, et, en outre, elle a cherché par des subventions en argent à provoquer la formation de syndicats de propriétaires, développant ainsi l'esprit d'association dans le but de résister aux ravages du phylloxéra. On ne saurait trop se féliciter de l'adoption de mesures destinées à organiser un ensemble de résistance aux invasions et aux ravages du phylloxéra. Nous savons que les esprits pessimistes ne croient point à l'efficacité des mesures prises, mais quelle que soit l'opinion qu'on puisse avoir en pareille matière, la viticulture a une si grande

importance qu'on serait peu excusable de n'avoir point étudié et organisé pour la conservation des vignobles, tous les moyens de résistance compatibles avec l'état de nos connaissances sur la question. Nous dirons néanmoins que ce qui manque à la loi du 15 juillet, c'est un ensemble de mesures pour encourager à la résistance contre le phylloxéra les propriétaires isolés, aussi bien que ceux qui sont syndiqués. Rien ne peut justifier la préférence de la loi pour subventionner les uns et abandonner les autres. Il faut aussi encourager, par une remise temporaire sur les impositions, les nouvelles plantations quel que soit le cépage dont le propriétaire voudra les former.

Dans les contrées encore peu attaquées, la résistance s'impose comme une nécessité par les moyens insecticides : submersion, sulfure de carbone, sulfo-carbonate, sulfure de potassium, combinés avec les moyens culturaux, engrais, taille, plantation, etc. On peut ainsi faire durer la résistance des vignes et la rendre efficace, si on applique les traitements avant la diminution de vigueur qu'amène toujours avec elle l'invasion et la propagation de l'insecte. Autant que possible, il faudrait traiter préventivement toute vigne capable de donner des revenus suffisants.

Enfin, à mesure que les vignobles auront succombé, on peut les replanter après le temps nécessaire pour que le phylloxéra ait pu disparaître du sol. Selon l'expérience qu'on aura acquise, la replantation peut être faite au moyen de cépages français qui devraient être soumis chaque année à un traitement suffisant, de manière à prévenir et à combattre à la fois l'invasion, ou en cépages américains indemnes de phylloxéra par nature, et qui devront être greffés avec les meilleurs cépages français de la contrée où la replantation sera faite.

Tel est l'ensemble des moyens dont nous disposons actuellement ; quel que soit le succès qu'on puisse espérer de leur application, il faut reconnaître que la viticulture subit actuellement sous les attaques du phylloxéra la crise la plus grave qu'elle ait encore éprouvée. Mais, il est probable qu'elle en sortira plus vigoureuse, plus forte, armée de nouveaux moyens de production et de défense, et que le vin gardera dans l'alimentation publique la place que lui assure, comme boisson, la supériorité de ses qualités nutritives et hygiéniques.

M. Louis VIALLA

Président de la Société centrale d'agriculture du département de l'Hérault

DES CÉPAGES AMÉRICAINS ET DES TERRAINS QUI LEUR CONVIENNENT

Séance du 1er septembre 1879.

Messieurs,

Dans l'étude des vignes américaines, le point évidemment le plus important est de savoir s'il y en a parmi elles qui soient réellement résistantes au phylloxéra. Cette question débattue depuis longtemps ne peut être définitivement résolue que par l'expérience. Or, l'expérience se prononce tous les jours d'une manière de plus en plus affirmative. Nous avons dans le département de l'Hérault des vignes américaines plantées depuis sept ou huit ans au milieu du phylloxéra et encore pleines de vigueur, quoiqu'elles portent depuis longtemps un assez grand nombre de pucerons sur leurs racines. Chez M. Aguillon, dans le Var, le principal point d'attaque d'une vigne entièrement détruite depuis, a été arraché en 1872, et replanté immédiatement en cépages appartenant à des variétés différentes. Tout y a été détruit de nouveau par le phylloxéra, sauf un certain nombre de pieds américains qui ont seuls résisté.

Que dirai-je encore ? Nous avons vu chez nous des vignes américaines rester vigoureuses quoiqu'on eût enfoui à leur pied des quantités considérables de racines phylloxérées qu'on avait enlevées à des cépages français; nous avons vu dans une foule de cas des racines américaines piquées par le phylloxéra, échapper à la pourriture qui se manifeste en pareil cas sur les vignes indigènes, et émettre de jeunes radicelles, même à travers les nodosités produites par les blessures qu'elles avaient reçues. A ces faits pratiques dont la portée est incontestable, M. Foëx, que vous venez d'entendre, est venu ajouter l'autorité de ses recherches scientifiques; il a démontré que par la constitution de leurs tissus, les racines de certaines vignes américaines résistent d'une manière toute particulière aux attaques du Phylloxéra.

De cet ensemble de faits et de recherches scientifiques, il résulte évidemment que certaines vignes américaines ont la propriété d'être résistantes au moins dans une très grande mesure. Cette résistance sera-t-elle éternelle et absolue, comme on affecte souvent de le demander? Évidemment on ne peut pas l'affirmer. On n'a pas la certitude *absolue* que des vignes qu'on ne voit résister que depuis sept ou huit ans résis-

teront toujours. Mais l'on peut affirmer que les chances favorables sont immenses, et qu'on ne fait aucune entreprise dans le monde des affaires, dans le commerce et dans l'industrie avec d'aussi grandes probabilités.

Mais à côté de la question de la résistance, dont beaucoup d'agriculteurs commencent à ne plus s'occuper dans le midi, il y en a une seconde qui n'a pas moins d'importance au point de vue pratique; c'est la question de l'adaptation des différentes vignes américaines aux différents genres de terrain. Cette question de l'adaptation n'est pas absolument nouvelle, car on a vu de tout temps et dans tous les pays certaines variétés de vignes préférer certaines variétés de sol. Mais les cépages américains se montrent à ce sujet d'une susceptibilité qui dépasse de beaucoup tout ce que nous avions l'habitude de voir. Tel d'entre eux qui prend des proportions remarquables dans un terrain souvent médiocre, jaunit et languit, et succombe, même fréquemment, dans des sols de meilleure qualité, mais d'une autre nature. Nous avons vu bien souvent autour de Montpellier des vignes entières de concords et de clintons végéter misérablement et mourir à la première ou à la deuxième année après leur plantation, tandis que les mêmes cépages se comportaient fort bien sur d'autres terrains situés dans le voisinage. Le phylloxéra n'était pour rien dans ces désastres. Ces plants chétifs, dont la tige se desséchait, avaient presque toujours leurs racines en bon état. C'était une simple question de sol.

Il ne faut pas être surpris qu'il en soit ainsi. Les États-Unis de l'Amérique du Nord sont plus grands que l'Europe; ils touchent d'un côté a pays des fourrures au Canada, et de l'autre au pays de la canne à sucre et des cultures intertropicales. Nous avons reçu dans le principe des boutures venant de toutes les régions qui composent cet immense pays. Il est impossible que des cépages originaires de contrées si diverses n'aient pas besoin pour prospérer d'être placés dans des milieux différents, soit au point de vue du climat, soit au point de vue du sol.

L'adaptation des cépages américains au sol est donc une question qui s'impose d'une manière inévitable, j'ajoute que c'est une question non moins importante dans la pratique que celle de la résistance. Car une vigne considérée comme non résistante, telle que l'Isabelle, par exemple, peut vivre un certain temps et donner quelques produits, tandis que le meilleur cépage, planté dans un terrain qui ne lui convient pas, est exposé à mourir à la première ou à la deuxième année ou à végéter misérablement sans produire ni sarments ni fruits.

J'ai signalé dès l'année dernière l'importance de cette question. J'ai même essayé de commencer à la résoudre. J'ai visité dans ce but un très grand nombre de plantations de vignes américaines, et partout où je suis allé, j'ai comparé avec soin l'état des cultures que je voyais avec

la nature du sol qui les portait. Je suis parvenu de cette manière à poser quelques principes que les observations de cette année ont pleinement confirmées. Mais il ne faut pas se le dissimuler, cette question sera longue et difficile, elle aura besoin d'être étudiée sur une foule de points par un grand nombre de viticulteurs. Je dirai même qu'elle n'est pas susceptible en ce moment de recevoir une solution complète et définitive par la raison bien simple que tous les genres de terrains n'ont pas été encore suffisamment plantés et que toutes les variétés de cépages n'ont pas été encore suffisamment étudiées. Je l'ai dit très souvent et je le répète encore, le seul moyen pratique et véritablement certain que nous ayons aujourd'hui pour choisir les variétés américaines, méritant d'être plantées dans un terrain donné, consiste à faire des essais préalables. Heureusement ces essais ne sont ni très coûteux ni très difficiles. Avant de planter un vignoble de quelque importance, un véritable viticulteur avisé et désireux de ne pas se tromper, n'a qu'à essayer sur différents points de son domaine quelques plants enracinés choisis parmi ceux qui sont le plus en crédit et qui ont le mieux réussi dans des terrains analogues à ceux qu'il possède. Il sera fixé sur les différents degrés de confiance que méritent ces plants de vigne dans l'année même de leur plantation ou au plus tard dans le courant de l'année qui suivra; ceux qui auront trouvé un terrain à leur convenance resteront verts et bien portants pendant le mois de juin et le mois de juillet; les autres, au contraire, jauniront et donneront des signes de souffrance si évidents, que les plus inexpérimentés ne pourront pas s'y tromper. Mais il est tout à fait indispensable de ne faire ces expériences qu'avec des boutures enracinées; la végétation d'une simple bouture demande si peu à la terre et peut être contrariée par tant de causes accidentelles, qu'elle ne permet pas souvent à l'action du sol de se faire sentir nettement.

Je crois devoir faire à ce sujet une seconde recommandation assez importante. C'est à la fin du printemps ou au début de l'été au moment où les grandes chaleurs arrivent et où le sol commence à se dessécher que l'influence favorable ou défavorable du terrain se manifeste de la manière la plus sensible. Plus tôt, c'est la force de la première végétation printanière qui peut masquer l'action du sol; plus tard c'est le retour de la fraîcheur et la sève d'automne qui produisent le même effet.

Inutile de dire que de jeunes plants fortement fumés et fréquemment arrosés se trouveraient dans des conditions de développement trop favorables et trop exceptionnelles pour pouvoir donner les indications désirées.

Quoique la question de l'adaptation des vignes américaines soit bien loin d'être résolue il ne faut pas croire qu'elle n'a fait encore aucun pas. J'ai pu, comme je l'ai déjà dit, arriver dès l'année dernière à

quelques constatations que les expériences de cette année n'ont pas démenties. Aux environs de Montpellier, dans les sols siliceux rouges et par conséquent ferrugineux que les géologues appellent le *diluvium alpin*, dans certains terrains analogues tels que les dépôts caillouteux des plateaux, tous les cépages américains semblent réussir. L'expression dont je viens de me servir est peut-être un peu trop absolue et un peu trop générale car tous les cépages américains n'ont pas encore été plantés dans les terrains dont je viens de parler, et je n'ai pas pu par conséquent voir comment ils s'y comportaient tous, mais ce que je puis affirmer c'est que je n'ai jamais trouvé sur les sols de cette espèce un cépage américain qui fût jaune ou languissant, et pourtant j'y ai rencontré souvent des Concords pour les Labrusca, des Clintons pour les Cordifolia, des Norton's, des Cynthiana, des Herbemont pour les Æstivalis. Or, ces cépages sont tous d'une délicatesse extrême au point de vue des terrains, et quand je les vois réussir quelque part, je ne puis pas m'empêcher de croire que tous les autres en feront autant.

Un autre point qu'il importe de signaler c'est que si tous les cépages américains semblent toujours réussir dans les sols de cette espèce, ils n'y sont pas *toujours* d'une très grande vigueur. Dans la question qui nous occupe il faut bien distinguer la bonne santé d'un cépage, de la force de son développement. La bonne santé dépend essentiellement de la nature favorable du sol, le développement dépend de plus de son degré de fertilité. Or les terrains dont je viens de parler ne sont pas toujours très fertiles, dans ce cas les vignes américaines prennent moins de développement, mais ce qu'il faut constater c'est qu'elles restent même dans ces circonstances toujours vertes et en bonne santé.

Je n'entrerai pas ici dans de très longs détails, sur les genres de terrain qui semblent convenir à tels ou à tels cépages, ce n'est ni le lieu ni le moment. Je ferai pourtant observer d'une manière générale que si les terres rouges, c'est-à-dire fortement chargées d'oxyde de fer semblent être en général très favorables à toutes les variétés de vignes américaines, les terres blanches semblent au contraire leur convenir fort peu et seront probablement plus difficiles à planter que les précédentes. Il est vrai qu'on pourra peut-être introduire facilement des éléments ferrugineux dans ces sols qui en manquent. Les terrains riches en fer sont partout très abondants ; l'industrie fournit d'ailleurs sur une foule de points des résidus qui pourront rendre de grands services ; les pyrites traitées pour la fabrication de l'acide sulfurique sont notamment dans ce cas.

Les hématites, les sulfates de fer sont encore susceptibles d'être utilement employés. Ces divers éléments pourront être introduits dans le sol soit au moment des fumures soit pendant les labours.

Qu'il me soit permis de raconter à ce sujet ce qui m'est arrivé l'an dernier dans le cours de mes excursions. Je visitais un grand jardin situé dans un des faubourgs de la ville de Montpellier et j'étais très surpris d'y trouver des Jacquez, des Cunninghams, des Herbemonts, et des Clintons fort beaux quoiqu'ils fussent plantés sur un sol sablonneux peu favorable en général à quelques-uns de ces cépages, mais en passant derrière un massif d'arbres assez épais j'aperçus une véritable montagne de terre rouge venue de coteaux peu éloignés. Depuis longtemps, le jardinier avait l'habitude de composer ses terreaux avec cette terre très riche en fer. La beauté des cépages que je voyais se trouvait dès lors expliquée elle était due à l'introduction soutenue d'un élément très ferrugineux dans le sol. Beaucoup d'agriculteurs pourront évidemment, dans une foule de cas, imiter ce procédé.

Entre les terres blanches assez difficile, à planter et les terres rouges où tout, au contraire, est facile il y aura une foule de sols intermédiaires qui se prêteront aisément à la culture des cépages américains, pourvu toutefois qu'on ait le soin de ne choisir que des variétés convenables.

Parmi les cépages qui se recommandent le plus en ce moment à l'attention des viticulteurs je signalerai les Æstivalis qui sont en général très vigoureux, très résistants, qui ont de plus le pied très gros et fort bien constitué par conséquent pour servir de porte-greffes. Ils ont de plus l'avantage de donner des raisins exempts de tout mauvais goût et de produire des vins très estimables, soit au point du vue de la saveur et de la vinosité, soit au point de vue de la couleur. Le Jacquez donne des vins excellents et plus noirs que les Roussillons, les Norton's et les Cynthiana produisent des vins plus colorés encore. Le vin fourni par l'Herbemont est moins coloré mais il est plus fin, plus riche en bouquet. Les produits du Rulander, du Black-July sont encore très estimables, le Cunningham seul donne un vin très clair qui n'a des qualités réelles que lorsqu'il est fait en blanc.

Tous les cépages ont en outre l'avantage d'être fructifères même sur leurs bourgeons les plus bas et peuvent, par conséquent, être cultivés en taille courte et en souche basse, ce qui est un grand avantage pour le midi. Plusieurs d'entre eux ont malheureusement l'inconvénient d'être fort difficiles en fait de terrain. Ainsi les Norton's et les Cynthiana ne réussissent aux environs de Montpellier que sur les terrains appartenant au diluvium alpin ou sur des sols analogues. L'Herbemont, lui aussi, a une prédilection marquée pour ces terrains et surtout pour les terres calcareo-siliceuses et ferrugineuses : il réussit très bien encore sur certains terrains argileux.

Le Jacquez et le Cunningham sont, au contraire, des cépages qui

s'accommodent d'une foule de terrains; aussi partout où ils ne réussissent pas il est inutile d'essayer d'autres æstivalis.

Les Black-July et les Rulander sont très difficiles et sont loin d'être aussi accommodants que les deux cépages précédents.

A côté du groupe des Æstivalis vient naturellement se placer celui des Cordifolia, constitué par des cépages très résistants, très vigoureux, mais en général peu fructifères, ayant besoin d'être cultivés à longs bois, et ne donnant ordinairement que des vins un peu foxés. Peu recommandables pour la production directe du vin, ils peuvent nous fournir d'excellents porte-greffes quoiqu'ils aient le bois grêle et le pied un peu petit.

Je citerai d'abord parmi eux le Clinton, excellent porte-greffe, mais cépage très délicat au point de vue du sol, il réussit très bien dans les terrains faisant partie du diluvium alpin et dans ceux qui sont analogues. Il réussit assez bien encore dans certaines terres d'alluvion, mais non dans toutes, dans les terres argilo-calcaires, riches, fraîches, profondes, perméables et un peu rouges. Dans quelques sols argileux de bonne qualité il prend un grand développement, mais il jaunit très souvent en été. Dans les terres blanches et maigres, qu'elles soient calcaires, argileuses ou sablonneuses, il se comporte en général fort mal. Il a, de plus, besoin de terrains frais en été.

Le *Taylor* est bien plus robuste, bien plus accommodant que lui, il réussit dans presque tous les terrains qui ne sont ni trop maigres ni trop compactes, pourvu qu'ils aient de la profondeur et de la fraîcheur pendant les fortes chaleurs. Les terres d'alluvions, les terres sablonneuses et fertiles, les terres fraîches et perméables lui conviennent par conséquent beaucoup.

Je ne dois pas oublier de signaler dans le groupe des Cordifolia le Vialla, cépage très répandu et très apprécié dans le centre de la France. Dans le Midi, où les étés sont plus chauds et plus secs, il n'a pas encore été beaucoup planté. C'est dans les terres d'alluvions et dans les terres argilo-calcaires, riches, profondes et fraîches, que je l'ai vu chez nous prendre son plus grand développement. Comme le Clinton et le Taylor, le Vialla ne peut être qu'un porte-greffe.

Je dirai à peu près la même chose de la *Vitis solonis :* c'est dans les terrains frais et profonds qu'elle a besoin d'être placée; dans les terrains secs je l'ai vue souvent perdre ses feuilles pendant les chaleurs de l'été.

En dehors des Cordifolia je n'ai plus que trois cépages à examiner : l'*York madeira*, qu'on considère comme un hybride ; le *Concord*, qui appartient aux *Labrusca*, et les *Riparia*, qui constituent un groupe à part.

L'*York madeira* est un des cépages américains les plus résistants au phylloxéra et les plus accommodants au point de vue de la nature et de la qualité des terrains. Chez M. Aguillon, dans le Var, il se comporte très bien depuis sept ans, quoiqu'il soit planté dans un terrain de cailloux calcaires fort peu fertile. Dans beaucoup de terres riches il ne prend pas un aussi grand développement que quelques-uns des cépages que nous venons de nommer, mais comme il est très robuste, très rustique et très facile en fait de terrain, il pourra rendre des services dans beaucoup de cas, mais seulement en qualité de porte-greffe.

Le *Concord* est le seul cépage du groupe des Labrusca qui ait pris une place notable dans les plantations importantes de vignes américaines. Peu convenable pour la production directe du vin à cause de son goût très foxé, il s'est montré excellent porte-greffe dans les terres qui lui sont propices. Mais ces terres sont malheureusement fort rares et pour ma part je ne l'ai vu encore prospérer que dans les terres rouges appartenant au diluvium alpin ou dans des sols analogues et leur ressemblant beaucoup.

Les *Riparia*, qui se rapprochent beaucoup du Taylor, sont encore plus robustes et plus faciles que lui en fait de terrain ; ils ne jaunissent que rarement; je n'en ai vu, pour ma part, quelques pieds languissants que dans une terre argileuse de mauvaise nature et dans une terre sablonneuse un peu maigre; on m'a signalé encore un autre cas que je n'ai pas pu vérifier. Malgré ces rares exceptions, c'est un des cépages qui a le plus constamment réussi dans les divers terrains où il a été planté. Les plus beaux que j'ai vus se trouvaient dans des terres d'alluvion basses, sur des prairies défrichées et sur des terres argilo-calcaires très riches et très fraîches. Dans certains terrains pierreux qu'on appelle chez nous terres de *garrigue*, on en voit aussi de très beaux. Comme porte-greffe, les Riparia sont évidemment appelés à un grand avenir, au moins dans le Midi.

Les indications que je viens de donner sont très incomplètes et je me garderai bien de les présenter comme étant à l'abri de toute modification et de toute critique. En matière agricole les questions de terrain sont très complexes et très difficiles, j'en appelle à tous ceux qui s'en sont occupés. Pour pouvoir traiter le sujet dont je viens de parler avec une autorité complète, il faudrait avoir fait l'analyse chimique de tous les terrains observés, il faudrait encore avoir étudié avec soin toutes les causes accidentelles qui ont pu se mêler à l'action du sol et en modifier les effets dans les plantations examinées jusqu'à ce jour. Mais le temps et le concours éclairé des viticulteurs qui s'occupent en ce moment des vignes américaines parviendront certainement à résoudre complètement cette question si importante de l'adaptation.

Pour le moment, et c'est par cette dernière recommandation que je veux finir, le seul moyen réellement certain que nous ayons pour savoir si un cépage américain convient à un sol donné, consiste à interroger le sol lui-même en faisant, comme je l'ai déjà dit, de petites plantations préalables avec des boutures enracinées.

M. XAMBEU

Professeur au Lycée de Saintes.

TRAITEMENT DES VIGNES PHYLLOXÉRÉES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 1er septembre 1879. —

M. Xambeu préconise, comme insecticide, un mélange d'eau de savon et de sulfure de carbone, qu'il introduit dans le sol à l'aide de pals injecteurs.

M. COURTY

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

DE LA PROPAGATION RAPIDE DES VIGNES AMÉRICAINES PAR LA PLANTATION DES BOURGEONS VÉGÉTANTS

— Séance du 1er septembre 1879. —

S'il est un problème dont la solution intéresse les viticulteurs, c'est, à coup sûr, celui de la rapidité de multiplication et de la certitude de propagation des vignes américaines. Il les intéresse d'autant plus que cette propagation n'est rien moins que facile. Sur les boutures qui nous viennent d'Amérique, un grand nombre ont perdu toute vitalité. Si, pour n'avoir pas de mécompte, on se procure, au lieu de boutures, des plants racinés, le prix en est très onéreux. Vous venez d'entendre, il y a quelques instants, par la parole si autorisée de M. Louis Vialla, qu'un plant raciné de Jacquez coûtait 1 fr. 50 c. et au delà. Ce sont des prix qui constituent pour l'agriculture des dépenses sérieuses.

Frappé de cette cherté des jeunes vignes américaines et de la difficulté de les propager, mon jardinier, Paul Maury me proposa d'essayer de multiplier ces vignes comme on multiplie quelques autres végétaux par l'ensemencement des bourgeons, au moment où ils se disposent à végéter, ou même dès qu'ils ont émis leurs deux premières petites feuilles. J'ignore ce que ce moyen de propagation a déjà pu donner en d'autres mains et pour d'autres espèces, et je n'ai pas la prétention d'exposer une nouvelle méthode de multiplication végétale. Mais je viens vous exposer les résultats des essais que j'ai tentés, en très grand nombre, pour expérimenter l'application de cette méthode, et je suis heureux de vous apprendre le succès complet de tous ces essais.

Mon jardinier, à mesure qu'une jeune bouture, ou, mieux encore, une jeune vigne d'un an commence à pousser, tout en laissant les ceps prendre leur accroissement normal, enlève sur chacun de ces ceps un certain nombre de bourgeons, avec une petite portion d'écorce y attenante, de préférence au moment où ces bourgeons viennent d'épanouir leurs deux premières petites feuilles. Il sème, en quelque sorte, ou il enterre ce bourgeon dans un tout petit vase, en ne laissant sortir que les deux petites feuilles et il enterre ce petit vase sous couche, derrière un chassis vitré, pour l'y maintenir à une température élevée, en même temps qu'il l'arrose de temps en temps. Sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, ce bourgeon ne tarde pas à émettre de nombreuses racines en même temps qu'il étale et élargit ses feuilles et qu'il en pousse successivement plusieurs autres, au point de former, en deux ou trois mois, une petite souche pleine de vigueur par son système de feuilles, en même temps que munie d'un système radiculaire d'une richesse sans pareille, remplissant tout le petit vase de son chevelu.

J'ai l'honneur de vous présenter des reproductions de Jacquez, par bourgeons, de tous les âges, pour que vous puissiez juger du temps que les bourgeons mettent à se développer. Vous en avez sous les yeux, de quinze jours, de trois semaines, d'un mois et jusqu'à trois mois, quoique habituellement on ne doive pas les laisser en pots aussi longtemps.

Vous comprenez maintenant que lorsqu'on dépote une pareille souche avec un système radiculaire de cette richesse, qu'on la transplante dans une terre profondément remuée et qu'on l'arrose un peu après sa transplantation, il est impossible que la reprise n'en soit pas assurée et que l'accroissement ne s'en fasse pas avec une rapidité et une intensité de développement donnant à la souche une vigueur que ne peuvent pas avoir habituellement les boutures de l'année. Aucune de ces souches ne pouvant périr à moins d'accidents imprévus tout à fait étrangers au système, on a, au bout de deux ou trois mois, c'est-à-dire à la fin de la saison, un jeune plantier égal, uniforme, auquel il ne manque pas une

souche et qui peut rivaliser sans crainte avec les plus beaux plantiers venus de bouture.

Avec des souches développées en petits pots, provenant de bourgeons végétants que j'avais semés en avril et mai, au fur et à mesure du grossissement et de la végétation de ces bourgeons, et qui présentaient toutes, au moment de la transplantation en pleine terre, de dix à vingt feuilles, quelquefois davantage, et un système radiculaire des plus riches, j'ai formé, à la fin de juin et dans les premiers jours de juillet, un petit plantier d'un millier de souches que j'invite les membres de la section à visiter et qui les frappera par la régularité d'accroissement des souches, l'uniformité de développement, la grosseur même des petits sarments et la vigueur de leurs feuilles.

La plantation de ces jeunes vignes se faisant quelquefois fort tard, dans les premiers jours de juillet (ce qui est un avantage, puisqu'on a beaucoup de temps pour préparer le sol), au moment où les jeunes ceps qui supportent les feuilles sont tout à fait herbacés, on pouvait craindre que le temps de leur développement ultérieur, jusqu'en octobre, fût insuffisant pour aoûter le bois de ces jeunes sarments, et que ce bois, herbacé au lieu d'être ligneux, ne restât exposé aux atteintes des premières gelées et ne vînt à périr au moment où l'on semblait autorisé à en concevoir les plus belles espérances.

Sur la remarque précédente, qui me fut faite par mon honorable et savant ami, le professeur Planchon, j'ai été visiter, pendant les derniers jours d'octobre, la petite vigne dont je viens de parler, et j'ai eu la satisfaction de constater que les sarments en sont parfaitement aoûtés; ils ont tous perdu leur teinte verte pour prendre la teinte acajou, la couleur de bois caractéristique, laquelle ne laisse pas le moindre doute sur la vigueur qui est venue ajouter une précieuse qualité nouvelle à ces sarments si heureusement et si rapidement poussés.

Il reste donc avéré qu'à la fin de la saison, une vigne formée comme je viens de le dire est aussi forte, aussi vigoureuse, aussi résistante que la meilleure vigne venue de bouture, en supposant qu'il n'y ait aucune souche manquant à celle-ci, et la fin de cette première année, égale pour toutes les deux, serait plutôt à l'avantage de la vigne formée par l'ensemencement des bourgeons végétants.

Du moment qu'il en est ainsi et qu'on est aujourd'hui certain d'obtenir, par l'ensemencement de l'œil végétant, une vigne qui ne le cède en rien aux meilleures vignes provenant de boutures, on comprend aisément quels avantages considérables et nombreux à la fois découlent de l'emploi de cette méthode. Je me contenterai de signaler les principaux, ceux qui recommandent le plus aux vignerons l'essai du système en question et qui sont des arguments décisifs pour le leur faire met-

tre en œuvre le plus tôt possible, d'autant mieux que, en supposant cet effet aussi infructueux que possible, le viticulteur n'aura compromis en rien le succès de sa vigne mère, de la vigne de bouture à laquelle il aura emprunté les bourgeons. Son temps seul se sera trouvé perdu ; ajoutez-y, pour les petits pots, un peu de terre meuble et des châssis de vitres, une dépense insignifiante.

1° Au lieu d'une souche ou d'une vigne, on en fait de six à dix, et quelquefois plus, dès la première année. Si l'on prend une vigne d'un an, qui pousse plusieurs ceps ou émet plusieurs jets dès les premiers jours de la végétation, le nombre des bourgeons feuillés qu'on y peut emprunter, à mesure qu'ils germent et qu'ils poussent leurs feuilles, est si grand que j'en ai eu jusqu'à cinquante d'une seule souche. Ainsi un cep raciné, qui ne m'aurait donné qu'une plante, peut m'en donner un nombre qui varie de dix à cinquante. — Rien n'empêche même que, tout le reste de la saison, on ne sépare de chaque sarment les petits rejetons latéraux et qu'on ne les pique le long d'une rigole de jardin où ils se développent, se racinent et fournissent d'excellentes souches à transplanter pour l'année suivante. Mais ce n'est pas de ceux-ci, constituant une exception, qu'il doit être question ici. Occupons-nous donc seulement des premiers.

2° Tous ces nouveaux ceps, provenus de bourgeons et développés sous vitrages dans de petits vases *ad hoc*, étant pourvus, au bout d'un mois ou deux, d'un riche système radiculaire, constituent autant de ceps racinés que vous pouvez planter à la fin du printemps. Ils ont bien plus de chances de reprise et de réussite que de simples boutures, par le seul fait de cette abondance, de ce véritable luxe de racines. Ainsi, à un premier avantage (multiplication ou augmentation du nombre de ceps), se joint un second avantage non moins précieux (la certitude d'une bonne reprise, puisqu'ils sont racinés aussi richement que possible).

3° La transplantation ou la plantation en pleine terre de ces nouveaux sujets, si promptement racinés, ne se faisant qu'à la fin de juin ou aux premiers jours de juillet, c'est-à-dire lorsque ces jeunes plantes, dont on vien de diriger la croissance et de faire l'éducation, seront devenus suffisamment forts sous leur vitrage, et pourvus d'un système radiculaire assez touffu, on a les mois de février, mars, avril, mai, juin, pour défoncer et préparer la terre, c'est-à-dire plusieurs mois de plus que si l'on avait créé la même vigne par de simples boutures, temps précieux à utiliser pour mettre en état un sol que les intempéries de l'hiver n'ont quelquefois pas permis de préparer convenablement. Or, on sait de quelle importance est cette préparation.

4° On peut même aller plus loin, c'est-à-dire jusqu'à utiliser une terre qui aurait porté une première récolte. Par exemple je suis con-

vaincu qu'après avoir coupé une avoine fin juin, on pourrait suffisamment labourer le sol à la profondeur nécessaire pour planter, au commencement de juillet, les souches venues à point à cette époque, avec présomption de la reprise la mieux assurée. Ainsi, outre que pour certaines terres on aurait devant soi, pour les préparer, quatre mois de plus que pour les autres vignes, c'est-à-dire que pour les vignes issues de boutures (qu'on plante d'ordinaire au mois de février); pour d'autres terres on pourrait même aller plus loin et avoir la chance d'en tirer d'abord une première récolte, avant d'y planter la nouvelle vigne qui, préparée pendant le printemps, n'étant mise ensuite en pleine terre qu'au commencement de juillet, aurait amplement laissé aux agriculteurs le temps d'enfermer d'abord la récolte qui aurait précédé la plantation de la vigne, celle-ci ne se trouvant, d'ailleurs, pas moins développée que toute autre à la fin de la saison, je veux dire aussi avancée, aussi aoûtée fin octobre, que toute autre vigne plantée en février, de boutures égales, soignées et donnant naissance à un jeune plantier des plus réguliers.

Si l'on suppute maintenant tous ces avantages, et si on les additionne, on en conclura bientôt quelle abréviation de temps l'application de ce système à la propagation de vignes américaines doit apporter dans la reconstruction ou la réédification de nos vignobles. On admettra incontestablement que, de cette façon, nous pouvons espérer aller, dans cette reconstruction, au moins trois fois plus vite et à neuf fois moins de frais. Ces avantages sont tout à fait capitaux. Aussi comprendra-t-on facilement que la section ait émis par acclamation le vœu qu'une récompense, qui sera en même temps un encouragement, soit attribuée au jardinier Paul Maury qui a démontré, par l'application pratique, au prix de soins et de peines dignes des plus grands éloges, les avantages immenses de la multiplication des vignes américaines par l'ensemencement des bourgeons feuillés en petits pots, et leur transplantation en pleine terre au moment où le système radiculaire est amplement développé.

J'ai été trop heureux de m'associer à son œuvre, en l'autorisant à faire dans ma propriété tous les essais que son expérimentation a comportés et en profitant le premier des bénéfices de ce mode de propagation. Aussi quoique l'Association, encore bien jeune, ne puisse disposer de sommes un peu fortes, il me semble que l'importance de cette expérience, entièrement réussie et de l'économie qu'elle vaudra aux viticulteurs est si considérable, qu'une somme de 600 francs ne serait pas trop forte pour récompenser le jardinier Maury, l'encourager à persévérer dans ses essais et témoigner en même temps devant le public du prix que l'Association attache à l'application de cette méthode.

M. CABELLO E YBANEZ

Directeur du Laboratoire chimique et agricole de Barcelone.

TRAITEMENT DES VIGNES PHYLLOXÉRÉES

EXTRAIT DE PROCÈS-VERBAL

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Cabello e Ybanez propose, pour les vignes phylloxérées, un traitement compliqué destiné à combattre: 1° le phylloxéra souterrain, à l'aide d'une composition dont il donne les éléments: 2° l'œuf d'hiver, par des procédés du même ordre; 3° les insectes ailés, en créant dans les vignes une atmosphère propre à les éloigner d'elles par la culture de certaines plantes, du *Datura stramonium* en particulier.

DISCUSSION

M. Lichtenstein, délégué de la Société d'agriculture de Saragosse, apprend à la section que les insecticides sont de plus en plus délaissés en Espagne en faveur des semis de vignes américaines. — Sur ses observations, la section s'associe à l'avis qu'il exprime, en déclarant qu'il serait scientifiquement juste d'accorder à ceux de nos propriétaires qui croient à la possibilité de reconstituer leurs vignobles par les cépages américains les mêmes faveurs que ceux qui ont confiance dans les insecticides.

M. Maistre, de Villeneuvette, signale les bons effets qu'il a obtenus de l'emploi du sulfocarbonate de potasse combiné avec les irrigations. L'eau a selon lui, la curieuse propriété d'éloigner les phylloxéras.

M. F. CONVERT

Professeur d'économie rurale à l'École d'agriculture de Montpellier.

DES VARIATIONS DE PRIX PROVOQUÉES PAR LES PROGRÈS DE LA MALADIE DES VIGNES DANS LE MIDI

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

Les désastres causés par le phylloxéra sont considérables; on ne se fait plus aucune illusion sur la situation des pays dévastés après y avoir passé quelque temps. Si toutefois l'intensité du mal n'est pas contestable, sa mesure est difficile, et, à défaut de renseignements précis on peut

être tenté d'en exagérer ou d'en atténuer la portée. La statistique ne peut donner, en pareille matière, que des indications grossières; il n'y a rien à en attendre de plus. Ce n'est pas après avoir eu tant de peine pour établir autrefois les nombres qui se rapportaient à l'étendue et à la production des vignobles, qu'on peut attendre des documents administratifs l'expression réelle des ravages causés par le fléau. L'esprit, du reste, n'apprécie guère des valeurs dont l'élévation dépasse celles que l'habitude lui a rendues familières. Les chiffres qui les représentent produisent une profonde impression sur l'imagination, sans laisser cependant aucune idée précise après eux. De simples phénomènes économiques montrent souvent mieux les choses et, parmi eux, il n'en est pas de plus sensible et de plus intéressant que les prix.

Les modifications des prix expliquent bien des choses; on commence à s'en occuper d'une manière sérieuse et peut-être l'économie politique arrivera-t-elle bientôt à connaître quelques-unes des lois auxquelles ils obéissent. La science aura réalisé alors un grand progrès. Il suffirait, pour faire l'histoire de l'agriculture, de suivre le cours de ses principaux produits et de noter l'influence de leurs variations. C'est leur élévation continue qui justifie la transformation de certaines méthodes culturales; c'est leur stagnation ou leur avilissement qui provoque d'autres changements aussi importants. Les prix dont les oscillations et les tendances exercent une action si considérable sur les déterminations des producteurs, reçoivent également le contre-coup de tous les troubles qui surviennent dans un centre d'activité quelconque. La crise phylloxérique ne pouvait manquer de se traduire par des mouvements plus ou moins accentués dans leur taux.

Si considérable que soit le fléau qui sévit particulièrement dans le sud-est, ses dégâts n'ont pas encore pris assez d'extension pour avoir amené la hausse des vins. Leur cours, relativement élevé, a été atteint à plusieurs reprises. On est autorisé à prévoir son augmentation, mais, pour le moment, on ne peut faire encore, sous ce rapport, que des conjectures qui n'autorisent aucune déduction positive.

Il n'en est pas de même de la valeur de la propriété. Après avoir augmenté régulièrement d'année en année, sans autre temps d'arrêt que la période de 1848 à 1850, elle a subi tout à coup une dépréciation rapide sous l'influence de l'invasion du phylloxéra. Les vignes abandonnées ne sont plus que des appareils de production mis au rebut. On n'en fait autre chose que d'utiliser ce qu'il en reste comme vieux matériel. Du sol, les propriétaires font des champs à céréales; les souches servent au chauffage. En cas de vente, et ce n'est que sous la pression de la nécessité qu'on se résout à cette triste extrémité, on ne trouve des plantations ruinées que la moitié et souvent que le tiers de leur ancien prix.

Les ouvriers ont été aussi durement éprouvés que les capitalistes. La masse de leurs salaires n'avait cessé de s'élever, comme leur quotité journalière, depuis le commencement du siècle. On peut s'en assurer en consultant les registres, généralement bien tenus, des cultivateurs du pays. La révolution de 1848 avait seule exercé une faible dépression sur leur taux comme sur celui de la propriété. Le fléau récent a considérablement réduit et leur montant total et leur chiffre par jour. La vigne permettait de distribuer, dans les riches plaines de l'Hérault, 300 francs par hectare à la population ouvrière ; les cultures qui la remplacent ne lui en laissent que 100. Beaucoup de travailleurs ont dû porter leurs bras ailleurs ; ceux qui sont restés se sont contentés d'une rémunération moindre. La journée de travail, moins assurée qu'autrefois, a diminué d'un quart et même d'un tiers.

De la marche relative de la valeur de la propriété et des salaires ressort accessoirement l'harmonie complète qui existe entre les intérêts des capitalistes et ceux des ouvriers. Sous un antagonisme apparent, que malheureusement on a trop souvent cherché à exciter, les avantages des uns concourent aux avantages des autres. Ce n'est pas d'aujourd'hui que la science économique a protesté contre les préjugés qui dominent à cet égard. L'histoire de la vigne dans l'Hérault est démonstrative. La prospérité de la classe ouvrière y a toujours marché de pair avec celle des propriétaires. Elle a été atteinte en même temps en 1848 et par les mêmes causes ; il en est de même actuellement. Cela se comprend du reste facilement : il n'y a qu'une culture riche qui puisse payer largement les services des capitaux et du travail ; sa pauvreté oblige à réduire la part de tous ceux qui lui consacrent leurs soins.

La vigne offrait aux engrais des villes leurs meilleurs débouchés. Sa disparition a rapidement amené leur dépréciation. Les archives de l'administration des hospices de Montpellier sont curieuses à consulter sous ce rapport. De 1860 à 1876, le prix d'adjudication du fumier de ces établissements n'avait cessé de s'élever ; de 4 francs par mètre cube il était arrivé à 6 francs et au delà. Depuis trois ans il a diminué de moitié. Autrefois les laitiers de la ville ne cédaient le fumier de leurs vacheries qu'à raison de 0 fr. 20 c. par tête et par jour, non compris la fourniture de la paille, qui s'ajoutait aux charges de l'acheteur ; ils n'en retirent plus maintenant que 0 fr. 10 c. Les roselières, dont les produits en roseaux pour litière étaient si estimés, ne donnent plus qu'un modeste revenu et leur valeur a diminué en proportion.

Il n'est pas jusqu'aux produits les plus indépendants en apparence de la vigne qui n'aient subi le contre-coup de sa ruine. Les souches arrachées sont arrivées en telle quantité sur le marché qu'elles ont pesé sur le cours du bois de feu. Nîmes en a consommé, en 1876 et 1877,

40,000 kilogrammes sur un poids total de 160,000 kilogrammes de bois de chauffage qu'elle emploie ; c'est un quart. Tandis que les rondins à brûler diminuaient, les sarments, dont on ne savait que faire il y a quelques années, doublaient de prix.

La dépréciation générale des valeurs ne s'est pas arrêtée là. Tout s'en ressent à Montpellier; chacun se contente d'un bénéfice plus modéré. Les chambres et les pensions d'étudiants sont un peu moins chères. La pierre de construction a perdu 5 francs par mètre cube, etc., etc.

En résumé, la crise phylloxérique s'est manifestée par une diminution de moitié ou des deux tiers dans la valeur de la propriété; par une réduction des deux tiers dans la masse des salaires et d'un quart au moins dans leur quotité journalière ; enfin, par une dépréciation qui s'étend pour ainsi dire sur tout.

M. P.-P. DEHÉRAIN

Professeur à l'École d'agriculture de Grignon, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

SUR LES PERTES DE MATIÈRES SÈCHES QUE SUBISSENT LES PLANTES HERBACÉES AU MOMENT DE LA MATURATION

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. P.-P. Dehérain rappelle les travaux de ses devanciers sur les migrations des principes végétaux pendant la croissance des plantes. Il insiste sur les pertes de matière sèche qu'il a constatées, par de nombreuses expériences, à l'époque de la maturité. Pendant la période de développement des végétaux l'assimilation l'emporte sur la combustion ; il en est tout autrement au moment de la formation des grains. Il convient donc, en pratique, de ne pas ajourner par trop le moment de la récolte.

M. PLANCHON

Correspondant de l'Institut, à Montpellier.

LES MALADIES DU SYSTÈME AÉRIEN DE LA VIGNE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Planchon signale les principales maladies du système aérien de la vigne. Le jaunissement est la plus grave. Souvent il n'est que superficiel et sans inconvénient sérieux, mais parfois aussi il est caractérisé par le rabougrissement des sarments et la pousse en ortille; il devient alors très dangereux. Le folletage et le rougeot ont quelquefois des effets des plus déplorables, mais leur action reste toujours assez limitée.

M. VIOLLETTE

Doyen de la Faculté des Sciences de Lille.

NOUVEAUX ENGRAIS

(EXTRAIT)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. C. Viollette, appelle l'attention de la section sur des engrais nouveaux qu'il désigne sous les noms de guano de suint et de guano de vinasse ; il engage les savants et les agriculteurs du Midi à expérimenter ces engrais qui ont donné les meilleurs résultats dans la région du Nord pour la culture des céréales, du lin, de la betterave, du tabac, etc.

De même que le guano du Pérou, ces produits sont des mélanges très complexes qui contiennent les principes fertilisants sous forme organique. L'emploi comme engrais du suint et de la vinasse, que la concentration laisse sous la forme de pâtes, est toujours demeuré très limité. Les produits que préconise le professeur de la Faculté de Lille se présentent au contraire sous la forme de poudres sèches, peu hygrométriques, faciles à transporter et à employer sans main-d'œuvre coûteuse. Ils sont d'ailleurs beaucoup plus efficaces que les suints et les vinasses ordinaires et ils paraissent appelés à rendre les plus grands services à la culture de toutes les plantes qui ont besoin de potasse sous « forme organique, sans soude ni chlorure. »

Le traitement auquel M. Viollette soumet le suint pour le transformer en

guano est le suivant. Après avoir fixé l'azote ammoniacal du suint pendant la concentration en ajoutant un acide, il introduit la pâte ainsi obtenue dans des fours à calcination, en y ajoutant 50 0/0 de superphosphate, de phosphate ou de carbonate de chaux. La matière organique étant ainsi devenue très peu combustible, la dessication peut s'achever dans les fours à calcination eux-mêmes. Après broyage de la masse, on obtient soit du suint phosphaté, soit du suint sulfaté, soit du suint phospho-azoté, si l'on a ajouté du sulfate d'ammoniaque. Le premier de ces engrais renferme 12 0/0 de potasse, 1 à 1.5 0/0 d'azote, 5 à 6 0/0 d'acide phosphorique soluble et 25 0/0 de matières organiques. Le second ne diffère du premier que par l'absence d'acide phosphorique soluble, le troisième, par suite de l'addition de l'azote, renferme 10 0/0 de potasse, 6 0/0 d'azote, 5 0/0 d'acide phosphorique soluble et 20 0/0 de matières organiques. Cette richesse en principes fertilisants des guanos artificiels est la conséquence de la composition de la pâte de suint qui, à l'état sec, renferme 39.50 0/0 de matières minérales et 60.50 de matières organiques.

M. Viollette rappelle que durant ces dernières années on a essayé de distiller les vinasses pour en retirer l'azote sous forme d'ammoniaque ordinaire, ou d'ammoniaques composées, que l'on utilisait ensuite comme engrais, malheureusement ce procédé est coûteux ; il ne permet d'ailleurs d'utiliser comme matière fertilisante qu'une très faible partie de l'azote que contiennent les vinasses. Les engrais que M. Viollette obtient à l'aide d'une manipulation peu différente de celle que nous avons indiquée plus haut retiennent au contraire la totalité des principes fertilisants des vinasses ; ils présentent une composition assez variable et renferment de 8 à 11 0/0 de potasse, 5 à 7 0/0 de soude ; 5 à 6 0/0 d'acide phosphorique soluble 2 à 2.5 0/0 d'azote (nitrique et organique) ou 6 à 7 0/0 après addition de sulfate d'ammoniaque, enfin de 20 à 25 0/0 de matières organiques.

M. Viollette estime que l'industrie pourrait fournir une quantité de résidus qui permettrait de fabriquer annuellement de 80 à 100 millions de kilogrammes de guanos de suint et environ 200 millions de kilogrammes de guanos de vinasse. L'industrie brûle actuellement les suints pour en retirer des potasses, les vinasses pour en obtenir des salins bruts, détruisant ainsi en pure perte une quantité considérable de matières fertilisantes, qu'il serait avantageux de pouvoir restituer au sol. L'emploi des guanos artificiels empêcherait l'appauvrissement du sol si funeste dans les régions où l'on met en pratique les cultures intensives. Ces engrais permettraient de rendre continue la culture des plantes épuisantes, telles que le lin, le houblon, la betterave, etc., puisqu'il n'y aurait en définitive qu'un déplacement momentané des matières fertilisantes.

Le jury du concours régional agricole du Nord, pénétré de l'importance pratique des recherches de M. Viollette lui a récemment décerné une médaille d'or.

M. A. LADUREAU
Directeur du laboratoire de l'État et de la station agronomique du Nord.

ACCLIMATATION DE LA LUZERNE DU CHILI (MEDICAGO APICULATA)

(EXTRAIT)

— *Séance du 3 septembre 1879.*

L'auteur présente une petite graine jaune que l'on trouve en très grande quantité dans toutes les graines de provenance américaine et qui provient d'une luzerne sauvage à fleurs jaunes. Il signale les avantages que l'on peut en retirer comme fourrage et comme engrais vert à enfouir au printemps. Ce résidu industriel n'a qu'une valeur très faible, 20 à 25 francs les 100 kilog. La luzerne du Chili est une plante à croissance hâtive : elle est très recherchée par les animaux auxquels on en donne. Sa composition chimique se rapproche beaucoup de celle de la luzerne de Provence, avec laquelle on a cherché à la mélanger frauduleusement. Son inconvénient est de périr sous l'influence des gelées de l'hiver : ce n'est pas une plante vivace sous nos climats, et elle doit être resemée chaque année. L'auteur insiste sur le parti que l'agriculture peut tirer de cet excellent fourrage et en recommande l'essai à tous les cultivateurs.

M. A. LADUREAU
Directeur de la Station agronomique du Nord.

ÉTUDES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LA GRAINE DE LIN

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

On n'a publié jusqu'ici qu'un très petit nombre d'analyses de graines de lin. La composition de cette graine et les variations que présentent les divers éléments minéraux qu'elle renferme sont donc peu connues encore.

C'est pour combler cette lacune que nous avons entrepris le travail dont nous allons exposer les principaux résultats.

Chaque année, les cultivateurs français qui se livrent à la culture du lin, emploient pour leurs semailles quelques millions de kilogrammes de graines, qu'ils font venir à grands frais de Russie, et que l'on

connaît sous le nom de graines de tonnes. Nous reviendrons tout à l'heure sur cette dénomination.

Ces graines donnent naissance à d'autres que l'on peut encore semer et que l'on désigne sous le nom de graines de sous-tonne. Les produits de cette deuxième culture ne sont plus susceptibles d'être semés; les lins qui en résultent sont maigres, courts, étiolés, presque sans valeur; on ne les emploie donc que pour la fabrication de l'huile, et c'est ce que l'on appelle graines de troisième année ou graines à tordre.

Or, il arrive souvent que des négociants peu honnêtes défoncent les tonnes dans lesquelles les graines de lin de Russie sont expédiées (d'où leur nom de graines de tonnes) et remplacent ces graines en partie ou en totalité par d'autres récoltées dans le pays, ayant une valeur commerciale et agricole beaucoup moindre. Ils réalisent ainsi, au détriment de la culture, des bénéfices élevés, et compromettent gravement le résultat des longs et minutieux travaux que cette plante exige à son début. Les caractères physiques qui différencient la graine de lin russe de le graine du pays n'étant pas assez tranchés pour permettre de les reconnaître facilement l'une de l'autre, surtout quand elles ont été mélangées ensemble, nous avons recherché si l'on ne pouvait trouver dans la composition chimique de ces différentes graines le critérium nécessaire à leur distinction.

Nous avons voulu voir, en outre, quelle dégénérescence éprouvait la graine russe cultivée dans nos climats, puisque dès la seconde année de son emploi, elle devenait inapte à la reproduction.

Était-il possible d'empêcher cette dégénérescence, soit au moyen d'un procédé de culture spécial, soit par l'emploi d'engrais appropriés? Une telle découverte exempterait à l'avenir la culture française de l'impôt indirect qu'elle paie chaque année à la Russie, en important de ce pays, un grande partie de ses graines de semences.

Pour résoudre ces divers problèmes, nous avons entrepris l'analyse d'un grand nombre d'échantillons de graines de toutes provenances. Ayant reconnu que la composition de ces graines présentait peu de variations au point de vue de la quantité d'huile, de cellulose, d'amidon, de matières protéiques qu'elles renferment, nous avons examiné tout particulièrement les matières minérales, les sels divers que contenaient ces graines. Les résultats de nos analyses, leur examen comparatif, nous ont paru assez intéressants pour devoir être publiés ; nous avons du moins l'espoir qu'ils auront avancé un peu l'état de la question, s'ils ne l'ont pas complètement éclairée.

Pour exécuter les analyses dont nous parlons, nous avons d'abord incinéré complètement, au rouge sombre, chaque échantillon de graine, jusqu'à ce que les cendres fussent complètement blanches,

sans traces de noir; nous en avons déterminé chaque fois la proportion exacte par une pesée directe, puis nous avons séparé par de nombreux traitements à l'eau distillée bouillante, puis à l'acide azotique étendu, d'abord les sels alcalins, solubles dans l'eau, puis les sels magnésiens et calcaires, dits alcalino-terreux, solubles dans les acides, et enfin les matières minérales diverses insolubles, telles que la silice, les silicates, le sesquioxyde de fer, etc. Chaque catégorie de sels a été pesée à part : on trouvera au tableau ci-après les chiffres qui s'y rapportent; ce premier travail, qui a été exécuté avec le plus grand soin, constitue déjà une base fort utile : il fixe d'une manière tout à fait nette et précise les proportions des divers groupes de sels que renferment les lins de tous les pays de production.

C'est un point de repère et de comparaison auquel on peut se reporter facilement, et qui montre que les rapports qui existent entre les divers groupes de sels que renferment toutes les graines de lin ne sont susceptibles que de faibles variations.

Ce point était utile à établir, surtout en présence des analyses de graines de lin déjà publiées, et dans lesquelles nous avons rencontré parfois une quantité de potasse (KO), qui à elle seule était plus élevée que la totalité des sels solubles, ce qui nous fait croire que bien des analyses de nos savants prédécesseurs sont à refaire, car elles sont souvent entachées d'erreurs graves, qu'expliquent suffisamment l'impureté des produits qu'ils y employaient, l'imperfection des procédés suivis, et parfois aussi l'inhabileté des jeunes élèves et préparateurs qui les aidaient.

Après avoir isolé ainsi les uns des autres les sels alcalins, alcalino-terreux et autres, nous avons déterminé dans chacune des solutions : 1° la quantité de potasse (KO) en la précipitant de l'état de chloroplatinate de potassium et en la pesant à cet état; 2° la quantité de chlore par le nitrate d'argent; 3° l'acide sulfurique soluble au moyen du sulfate de baryte; 4° l'acide phosphorique soluble, en le précipitant à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, et en le dosant ensuite par la liqueur d'urane titrée; 5° l'acide carbonique et la soude, par différence; 6° la chaux par l'oxalate d'ammoniaque et la calcination du précipité, 7° la magnésie par le phosphate de soude et l'ammoniaque; 8° l'acide phosphorique insoluble, c'est-à-dire la partie combinée à la chaux et à la magnésie, par le même procédé que celui décrit plus haut, et enfin les acides carbonique et sulfurique en combinaisons insolubles par différence.

Ajoutons que, avant de procéder à la calcination des graines, elles avaient été versées sur une grande feuille de papier blanc et que l'on avait isolé à la main tous les corps étrangers, bois, paille, terre, cail-

loux, graines étrangères, etc., dont la présence aurait pu influer d'une manière fâcheuse sur les résultats de l'analyse; malgré ces précautions, on verra dans le tableau ci-après, quatre ou cinq échantillons, qui présentent une proportion de substances minérales insolubles dans les acides, beaucoup plus élevée que tous les autres, et qui doivent cette anomalie à une petite quantité de terre adhérente à la graine et dont nous n'avons pas pu la débarrasser complètement. Nous avons remarqué cela après avoir épuisé nos cendres par l'acide azotique, en jetant sur le filtre le résidu de ce traitement, qui avait tout à fait l'apparence de l'argile calcinée.

Les échantillons sur lesquels nous avons opéré nous ont été fournis par quelques grands importateurs de graines de lin, qui nous ont garanti leurs provenances et qui sont entièrement dignes de foi.

Nos incinérations ont porté toujours sur une quantité de graines égale à 50 grammes au moins, quelquefois même 100 grammes.

A plusieurs reprises, nous avons recommencé des opérations qui nous avaient inspiré quelques doutes et n'avons admis leurs résultats que lorsque nous en étions absolument certain.

On trouvera dans le tableau suivant, les chiffres qui se rapportent à chacune de ces analyses.

Voici les conclusions que l'on peut tirer de l'examen comparatif des chiffres de ce tableau :

1° La proportion de sels minéraux varie peu dans les graines de diverses provenances. Elle est un peu plus forte dans les graines de deuxième et de troisième année que dans celles de tonnes. Leur quantité moyenne est de 3.60 0/0 du poids des graines sèches;

2° Le rapport de sels solubles aux sels insolubles n'éprouve également que des variations assez faibles;

3° Les substances minérales insolubles dans l'eau et dans les acides sont presque constantes. Dans les graines bien émondées, leur quantité ne dépasse guère 3 0/0 du poids des cendres totales;

4° Les éléments qui dominent dans ces sels sont, dans l'ordre de leur importance relative : l'acide phosphorique, la magnésie, la potasse, la chaux;

5° La proportion d'acide phosphorique total, dans les graines de même provenance est sensiblement constante.

Elle atteint son maximum dans les graines d'origine russe venant de Riga, ce qui explique leur grande valeur comme graines de semence;

6° Les graines d'importation directe renferment ordinairement près de 40 0/0 du poids des cendres, d'acide phosphorique total; celles de deuxième année ne renferment plus que 30 0/0 environ de ce corps; quant à celles de troisième année impropres à l'ensemence-

ment, leur proportion moyenne d'acide phosphorique n'est plus que de 15 à 20 0/0.

C'est à ce fait surtout qu'on doit, croyons-nous, attribuer les causes de dégénérescence rapide des graines russes dans nos pays.

Cette proportion élevée d'acide phosphorique que nous trouvons dans

COMPOSITION CHIMIQUE DES

NUMÉRO d'ordre.	PROVENANCE DES GRAINES.	CENDRES 0/0.	SELS solubles dans l'eau.	SELS solubles dans acide.	SELS insolubles silice, silicates, ox. de fer.
1	Riga (Russie). Tonnes	3,34	24,20	71,00	4,80
2	Id.	3,59	23,10	71,80	5,10
3	Id.	3,57	19,60	77,90	2,50
4	Id.	3,59	18,70	80,50	0,80
5	Id.	3,60	18,20	79,67	2,13
6	Id.	3,58	17,70	80,00	2,30
7	Id.	3,55	18,70	78,50	2,80
8	Id.	3,57	17,20	80,50	2,30
9	Id.	3,25	17,60	80,80	1,60
10	Taganrog (Russie)	3,05	23,00	75,20	1,80
11	Id.	3,25	18,50	79.70	1,80
12	Saint-Pétersbourg (Russie)	3,70	22,40	75,80	1,80
13	Calcutta (Inde)	3,50	23,20	74,00	2,80
14	Bombay (Id.)	2,80	24,00	73,20	2,80
15	Id.	2,95	22.50	76,20	1,30
16	Id.	3,10	27,20	64,70	8,10
17	Id.	3,04	23,50	75,45	1,05
18	Chili (Amérique méridionale)	3,30	19,50	78,30	2,20
19	Algérie (Afrique)	2,53	22,10	75,90	2,00
20	Oran (Id.)	3,28	24,20	72,00	3,20
21	Principautés danubiennes	3,41	22,92	75,28	1,80
22	Roumélie	3,20	19,20	79,70	1,10
23	Turquie d'Europe	3,55	21,50	76,40	2,10
24	Bayonne (France)	3,20	20,20	76,00	3,80
25	Nord de la France (sous-tonne)	4,32	22,00	76,40	1,60
26	Id. (Id.)	4,50	26,20	69,40	4,40
27	Id. (id.)	4,40	22,20	71,20	6,60
28	Id. (3me année)	4,25	24,30	71,90	3,80
29	Id. (id.)	4,20	25,40	68,90	5,70
30	Id. (id.)	4,33	22,70	75,00	2,30
31	Id. (id.)	5,10	25,45	71,40	3,15
	Moyennes	3,60	24,10	73.10	2,80

les graines russes et dans celles de quelques autres régions nous fait croire que le sol dans lequel ces graines ont pris naissance est exceptionnellement riche en éléments phosphatés;

7° Enfin, la potasse, la chaux et la magnésie ne subissent que peu

de variations, tantôt en plus, tantôt en moins, de sorte qu'il paraît très difficile d'en tirer la moindre déduction intéressante.

Nous avons voulu savoir si, au moyen d'engrais de richesse et de composition variables, on pouvait faire passer dans la graine du lin, des quantités correspondantes d'éléments minéraux, et nous avons, dans

CENDRES DE LA GRAINE DE LIN.

SELS SOLUBLES.					SELS INSOLUBLES.			
POTASSE.	CHLORE.	ACIDE SULFURIQUE.	ACIDE PHOSPHORIQUE.	SOUDE ET ACIDE CARBONIQUE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ACIDE PHOSPHORIQUE.	ACIDE SULFURIQUE ET CARBONIQUE.
6,30	0,70	3,60	7,70	5,90	8,42	13,32	34,35	17,94
5,78	0,60	1,81	8,65	1,26	8,92	12,44	28,40	22,04
4,34	0,60	3,69	6,60	4,37	7,39	15,76	24,65	20,10
5,22	0,65	3,70	6,69	2,54	7,62	18,36	35,75	18,77
8,15	0,80	2,45	4,95	1,85	7,95	16,56	33,55	21,61
10,89	0,80	2,22	3,90	3,79	8,17	18,26	32,95	16,72
5,27	0,50	4,50	3,85	4,58	7,06	15,73	35,20	20,51
7,70	0,50	4,50	2,20	2,30	7,00	17,49	36,30	19,65
6,75	0,45	3,09	3,60	3,71	7,10	22,52	36,00	21,23
11,38	0,27	8,24	2,18	0,93	7,04	25,52	29,18	14,69
7,68	0,35	5,66	3,59	1,21	7,55	29,00	26,80	16,35
9,00	0,20	3,20	4,41	5,60	6,92	18,72	29,70	20,46
9,93	0,40	3,61	8,40	0,86	6,77	15,52	24,00	17,71
11,67	0,65	3,43	3,58	4,65	7,32	25,40	18,80	21,68
12,11	0,55	5,15	1,40	0,29	6,96	25,98	20,81	22,44
10,61	0,35	10,82	3,04	2,38	6,72	18,56	25,85	13,57
11,25	0,15	4,36	3,85	3,89	8,10	18,93	26,95	21,47
8,19	0,32	5,15	4,71	1,13	8,05	23,08	29,00	18,17
12,53	0,12	3,10	4,43	0,95	7,18	18,57	31,35	19,80
12,05	0,32	3,60	3,73	4,50	8,15	22,52	29,59	22,39
9,32	0,25	2,60	4,95	5,80	7,42	20,37	30,25	17,24
7,21	0,45	4,29	1,55	5,70	7,25	12,73	25,40	34,32
7,73	0,50	4,80	7,70	0,77	8,10	12,45	14,30	41,55
8,68	0,84	3,95	4,39	2,33	5,98	14,97	30,04	25,05
7,61	0,40	3,19	4,30	6,50	6,95	13,53	26,50	29,42
6,75	0,27	5,15	4,60	2,43	5,89	14,82	30,80	17,89
6,75	0,30	7,37	6,80	0,97	6,10	13,28	20,80	31,02
9,34	0,25	2,23	2,20	10,28	7,94	9,21	14,85	39,90
5,31	0,20	7,48	2,40	10,01	6,25	16,41	15,80	30,44
7,43	0,37	4,81	3,20	6,89	6,05	15,55	15,62	37,78
8,31	0,23	6,33	2,35	8,23	6,34	16,39	14,05	34,62
8,45	0,43	4,45	4,60	3,76	7,30	18,00	27,00	23,43

ce but, recueilli avec soin les graines provenant d'un champ d'expériences, que nous avons institué dans les environs de Lille, pour y étudier l'influence de divers engrais sur cette culture.

Nous avions employé une bonne graine venant directement de Riga et

dont nous donnerons ci-après la composition. Les divers carrés du champ d'expériences avaient reçu les engrais suivants : Nitrate de soude, guano, superphosphate de chaux fossile, kaïnit (sel multiple de potasse, soude et magnésie), engrais flamand (déjections humaines), un engrais chimique complet spécial pour lin employé à doses progressives. Enfin un carré avait été laissé sans aucun engrais pour servir de terme de comparaison.

Nous n'avons recherché dans ces graines que les quantités de potasse, d'acide phosphorique soluble et d'acide insoluble. Ces résultats sont relevés dans le tableau suivant :

TABLEAU II.

NUMÉRO D'ORDRE	OBSERVATIONS DIVERSES.	CENDRES 0/0.	SELS SOLUBLES.	SELS INSOLUBLES.	POTASSE.	ACIDE PHOSPHOR. SOLUBLE.	ACIDE PHOSPHOR. INSOLUBLE.
1	Graine semée	3.23	17.60	82.40	6.75	3.60	36.00
2	Graine récoltée : Nitrate	4.50	24.80	75.20	9.64	3.20	23.20
3	— Guano.	4.96	23.40	76.60	8.68	2.90	28.90
4	— Superphosphate.	6.13	32.40	67.60	11.96	4.25	33.75
5	— Kaïnit.	5.00	20.80	79.20	10.22	2.30	32.30
6	— Engrais flamand.	3.85	12.80	87.20	5.59	1.05	29.15
7	— Engr. chimique.	3.75	18.80	81.20	6.75	4.40	29.20
8	— id. id. .	3.94	18.75	81.25	8.10	2.90	34.70
9	— id. id. .	3.62	14.83	85.17	5.79	1.30	37.10
10	— Rien	2.86	25.80	74.20	11.54	3.10	35.12

Cette expérimentation n'a pas donné, comme on le voit, de résultats bien intéressants. C'est le nitrate de soude qui a fourni les graines dans lesquelles nous trouvons le moins d'acide phosphorique, il est vrai ; mais dans le carré où l'on n'a employé que du kaïnit, c'est-à-dire un sel de potasse, soude et magnésie sans phosphates, nous obtenons des graines aussi riches en acide phosphorique, que celles du carré 7 où l'on a employé un bon engrais chimique complet. Le carré 10 sans engrais a donné une graine presque aussi riche que la graine-mère, mais le lin qui portait cette graine était de qualité très médiocre et la semence fort peu abondante.

Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que dans les carrés fumés avec des doses progressives d'engrais chimique, ce sont les quantités les plus élevées de cet engrais qui ont donné les graines les plus riches en acide phosphorique.

Les lins cultivés avec cet engrais étaient d'excellente qualité et d'une égalité très remarquable. Leurs graines furent abondantes et riches.

Quoique ces études demandent beaucoup de temps et que leurs résultats ne soient pas toujours aussi nets et aussi concluants que nous pourrions le désirer, nous allons les continuer durant quelques années et chercher si l'on ne peut arriver à produire en France des graines spéciales capables de lutter avec celles de Russie, soit en faisant l'objet d'une culture spéciale, comme cela a lieu pour la betterave, soit ce qui serait infiniment préférable, en améliorant celles que produit le lin cultivé dans nos régions en vue de sa fibre textile.

Nous rendrons prochainement compte de nos dernières expériences relatives à la culture de cette plante à l'aide des engrais chimiques et autres.

DISCUSSION

M. Alfred Renouard fait observer que la communication de M. Ladureau a une extrême importance au point de vue de la culture du lin. Cette culture diminue, en effet, non pas tant en raison des conditions économiques de cette culture qu'à cause de la fraude continue qui se pratique sur la graine. La récolte accusait, en 1870, 100,000 hectares de lin et 100,000 hectares de chanvre, tandis que le relevé officiel de 1878 ne donne plus que 75,891 hectares de lin et 97,200 de chanvre.

A ce sujet, M. Renouard dit que tous les barils de graine de lin provenant vraiment de Riga contiennent une sorte de graine, dont la forme est celle d'un petit sac allongé d'où s'échappe une touffe de poils. Un certain nombre de cultivateurs reconnaissent la graine de Riga à ce signe seul. Cette graine que les liniculteurs désignent ordinairement sous le nom de *brosse* ou *bouquet* du baril passe chez nous pour incapable de reproduction, parce qu'on ne la rencontre pas dans les graines du pays.

Après examen de cette graine, M. Renouard a reconnu que ce n'était autre que le fruit du *centaurea cyanus* ou bleuet vulgaire, qui croît très bien chez nous. La principale raison qui fait qu'on ne la rencontre pas dans les graines d'après-tonne, provient tout simplement des soins que nous donnons chez nous à la culture du lin; en Russie, on sarcle peu ou pas, et la *centaurea* qui pousse avec le lin porte ses graines en même temps que lui; dans un pays linier, on sarcle souvent deux et trois fois, et toute mauvaise herbe disparaît.

La révélation de cette origine à un grand marchand du Nord n'a servi qu'à faciliter la fraude des graines; de sorte que, depuis un an, on peut trouver des graines de *centaurea* dans les graines de sous tonnes, semées en France.

L'orateur a indiqué en 1874 dans le tome II des *Annales Agronomiques* divers moyens de reconnaître la graine de lin de Riga, mais si l'on peut désormais, avec l'analyse chimique seule reconnaître cette provenance, il y aura là, de la part de M. Ladureau, un grand service rendu à l'agriculture française.

M. RISLER

Directeur de l'Institut national agronomique.

DESTRUCTION DE LA CUSCUTE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Risler indique un procédé pour débarrasser les luzernes de la cuscute. Il consiste simplement à respecter, avec beaucoup d'attention, au moment du fauchage, les parties cuscutées, de crainte de répandre ensuite des semences pendant la manipulation du fourrage et à labourer les surfaces envahies. La cuscute ne tarde pas à disparaître et souvent la luzerne repousse ensuite sans laisser voir aucune trace de son parasite.

M. le Dr U. COSTE

Sous-Bibliothécaire de la Faculté de médecine de Montpellier.

EFFETS DE LA SUBMERSION SUR LA CONSTITUTION ÉLÉMENTAIRE DES RACINES PHYLLOXÉRÉES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. le Dr U. Coste a recherché quelle était l'influence de la submersion sur la constitution des racines de vignes. L'eau agit différemment à ses yeux, durant le sommeil de la végétation et durant son activité.

M. G. FOEX

Professeur à l'École d'agriculture de Montpellier.

SUR LA RÉINVASION ÆSTIVALE DES VIGNOBLES SOUMIS A DIVERS TRAITEMENTS INSECTICIDES

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

M. Foëx rend compte des résultats des études, sur la réinvasion festivale des vignobles traités par divers procédés insecticides, dont il a été chargé récemment par l'Académie des sciences. Ses recherches

ont porté plus spécialement sur les submersions, il a cherché néanmoins à établir une comparaison au point de vue de la permanence de l'insecte, entre ce procédé et les insecticides proprement dits (sulfure de carbone et sulfo-carbonate de potassium).

Dans une série d'excursions entreprises au commencement de l'été et à la suite d'expériences faites à l'École d'agriculture de Montpellier, il a constaté des faits qu'il expose, et dont il croit pouvoir tirer les déductions suivantes :

1° En ce qui concerne la submersion : une submersion de quarante à quarante-cinq jours, bien que suffisante dans les terres peu perméables par elles-mêmes ou par leur sous-sol, pour assurer la conservation et l'abondante fructification de la vigne, ne fait pas *absolument* disparaître l'insecte et rend possible une réapparition annuelle par la multiplication des individus conservés. La perméabilité du sol, la proximité des souches relativement aux bourrelets, le manque de pression d'eau, la discontinuité dans son application, sont les causes qui augmentent le plus dans la pratique, les chances de permanence de l'insecte.

La réinvasion peut se faire de l'extérieur non traité vers l'intérieur qui l'a été, ou des taches vers les parties nettes, par cheminement sur le sol ou par toute autre voie analogue.

Si l'on compare l'influence relative de ces divers modes de réinvasion, il semble résulter des faits mentionnés précédemment, que dans les vignes bien submergées et situées dans des conditions favorables à l'action de la submersion, la réinvasion par l'extérieur joue le rôle le plus important. Dans ceux, au contraire, où les circonstances sont moins favorables, c'est la réapparition par permanence qui aurait la plus grande part d'action.

2° Pour ce qui est des insecticides proprement dits : l'œuf d'hiver joue probablement un certain rôle dans la réapparition, chez les vignes traitées par les sulfures ou les sulfo-carbonates (1), sans que l'on puisse, néanmoins, lui attribuer une grande importance dans la région méditerranéenne.

Sauf des cas fort rares, les traitements par le sulfure de carbone et le sulfo-carbonate de potassium, paraissent conserver plus d'insectes que ceux par la submersion bien exécutée, et par suite ils sont plus propres à assurer la réapparition du phylloxéra (2). M. Foëx pense

(1) Cette hypothèse repose sur une observation de M. Marion, qui a trouvé au champ d'essai du cap Pinède, sur des vignes traitées au sulfure de carbone, des phylloxéras d'une génération très rapprochée de celle qui provient de l'éclosion de l'œuf d'hiver.

(2) Des observations faites à l'École d'agriculture sur des vignes qui venaient d'être traitées huit jours auparavant par le sulfo-carbonate de potassium, nous ont montré, il est vrai, tous les insectes morts dans une couche de $0^{m},10$ environ à la surface, mais les œufs avaient conservé leur vitalité dans ce milieu, et lorsque l'on descendait au-dessous, les phylloxéras eux-mêmes étaient vivants. Dans des vignes traitées depuis trois jours par le sulfure de carbone à l'École d'agriculture et au mas de las Sorres, la plus grande partie des insectes avait conservé toute sa vitalité.

donc que les insecticides sont inférieurs à la submersion comme moyen de conserver les vignobles existants, il pense en tous les cas qu'il serait imprudent de replanter des vignes indigènes en vue de les traiter par leur moyen, ainsi qu'on le fait au contraire avantageusement dans les milieux où la submersion est possible.

M. MAISTRE

DE LA CONSERVATION DES VIGNES FRANÇAISES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. Maistre cherche moins à détruire le phylloxéra qu'à faire vivre ses vignes et à les conserver. Il a essayé avec succès le sulfo-carbonate de potasse, mais il insiste sur les bons résultats qu'il a obtenus de l'emploi de l'eau sous forme d'irrigation. Il proteste contre l'engouement dont sont l'objet les vignes américaines, et, sans nier leur valeur, il croit qu'il faut soigner avant tout les plantations françaises qui nous restent encore. Il voudrait que l'École d'agriculture porte son attention sur les cultures à l'irrigation.

M. MONGELLAS

Vice-président du Conseil général à Alger.

NOUVEAU MODE DE PLANTATION DES VIGNES FRANÇAISES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. Mongellas recommande un traitement aérien en juin, pour les vignes atteintes par le phylloxéra. Il préconise l'emploi de la chaux contre les insectes ailés. Il propose également un mode de plantation destiné à donner plus de forces aux pieds auxquels on l'applique : il consisterait dans l'emploi de boutures de grandes dimensions, repliées sur elles-mêmes à leur base, de manière à donner un fort développement au système radiculaire.

M. CAUVY

LES INSECTICIDES ET LEUR ROLE DANS LA VITICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. Cauvy a consacré de longues études aux insecticides et aux modes d'applications qui leur conviennent; il a une confiance absolue dans leur efficacité. Si beaucoup d'entre eux ne réussissent pas, c'est qu'ils ne tardent pas à perdre leurs propriétés toxiques sous l'influence de la terre. Le sulfure de carbone et l'hydrogène sulfuré sont dans ce cas. Les sulfocarbonates employés avec l'eau ne présente pas ces inconvénients. De tous, le plus énergique est, à son avis, le sulfocarbonate de calcium. Son prix est assez faible et, depuis l'invention de MM. Mouillefert et Hembert, il n'y a plus à se préoccuper de la rareté de l'eau. Le procédé de M. Cauvy a été expérimenté avec un plein succès dans l'arrondissement de Béziers. Toutefois, si le sulfocarbonate de calcium est vraiment utile, c'est à la condition de s'adresser à lui avant que les vignes ne soient trop endommagées.

DISCUSSION

M. Planchon, tout en reconnaissant les services que peuvent rendre les insecticides, montre les difficultés de leur application, et il proteste contre l'exclusivisme dont les vignes américaines sont l'objet de la part de M. Cauvy.

M. SYLVESTRE

LES INSECTICIDES ET LEUR ROLE DANS LA VITICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. Sylvestre se déclare l'adversaire convaincu des cépages américains, et c'est dans les travaux de MM. Planchon, G. Foëx et Vialla, qu'il cherche la confirmation de l'opinion qu'il défend. Si les vignes américaines subsistent, tandis que nos vignes françaises disparaissent, ce qui d'ailleurs est contestable d'après lui, c'est que les insectes qu'elles propagent les abandonnent quand ils

trouvent, à proximité d'eux, des cépages français beaucoup plus délicats. Il n'a pas plus de confiance dans les insecticides que dans les vignes américaines, et ne voit le salut de la vigne que dans l'adoption des procédés culturaux qu'il indique comme rationnels.

La communication de M. Sylvestre soulève quelques protestations, qui forment l'objet d'une courte discussion.

M. Camille SAINT-PIERRE

Professeur de technologie et Directeur de l'École d'agriculture de Montpellier.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES FAITES A L'ÉCOLE D'AGRICULTURE DE MONTPELLIER SUR LES VINS DES CÉPAGES AMÉRICAINS

— *Séance du 4 septembre 1879.* —

Le laboratoire d'œnologie de l'École d'agriculture a recueilli les vins des cépages américains récoltés en France pendant les années 1874 à 1878. Durant ces cinq années de recherches il a été préparé dans les laboratoires environ cent types de vins. Les études ont porté sur ces produits et sur des vins récoltés dans le Midi par des personnes dignes de toute confiance. L'ensemble des échantillons soumis à l'examen dépasse deux cent cinquante.

Avec des matériaux aussi nombreux et aussi variés, il a été facile de se former une opinion sur les qualités des vins fournis par les cépages américains, et la question de leur composition, de leur emploi et de leur conservation peut être considérée comme très suffisamment connue.

Il est permis d'affirmer aujourd'hui que les cépages du groupe des *Æstivalis* (Jacquez, Rulander, etc...) peuvent donner des vins très colorés, très alcooliques et francs de goût.

Dans le même groupe, le Cuningham donne un raisin rouge dont le jus est blanc, et qui, fermenté en dehors de la pellicule, fournit un vin blanc d'une certaine valeur.

Le vin du groupe des *Labrusca* et des *Riparia* possède un goût foxé désagréable pour les Européens et qui a servi de base à l'opinion fort répandue qu'il serait impossible de tirer parti des vignes américaines. C'est une erreur et comme certains Riparia, tels que le Clinton, donnent des vins très corsés, on a cherché le moyen d'utiliser ces produits en les débarrassant de tout mauvais goût.

Des expériences entreprises à l'École d'agriculture permettent d'espé-

rer que, par la combinaison de divers moyens, dont chacun a pour effet, pris isolément, de diminuer le goût foxé, on parviendra à préparer des vins de Clinton capables d'entrer dans la consommation française.

On a pu se convaincre, en effet, que par le vieillissement, par le chauffage, par l'acidification des moûts, par les vendanges précoces, le goût foxé était diminué et atténué.

En combinant tous ces moyens, il semble possible d'arriver à des produits dépourvus de tout mauvais goût.

C'est à l'expérience à nous fixer définitivement, mais il est déjà un certain nombre de faits acquis : ils ont vengé les vins des cépages américains d'un reproche qui était certainement immérité.

M. Gaston BAZILLE

Sénateur.

LA GREFFE DES VIGNES AMÉRICAINES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

- Séance du 4 septembre 1879. -

M. G. Bazille signale à la section les avantages des nouveaux modes de greffage que le dernier Congrès viticole de Montpellier, ouvert à l'École d'agriculture, a fait connaître au public. Il n'est pas nécessaire, comme autrefois, d'attendre trois ans avant de greffer ses vignes; le procédé Champin permet de le faire dès la première année. Ses expériences personnelles lui ont prouvé sa valeur réelle.

DISCUSSION

M. Bouschet de Bernard fait une revendication de priorité à propos des greffes hâtives.

M. L. Vialla cite de très beaux exemples de plantations greffées avec succès. Il déclare que les méthodes recommandables ne sont pas moins nombreuses que les porte-greffes. C'est une opération sur l'avenir de laquelle il n'a aucun doute.

14e Section

GÉOGRAPHIE

PRÉSIDENT D'HONNEUR.....	M. Ch. MARTINS, correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.
PRÉSIDENT.....	M. MAUNOIR, secrétaire général de la Société de géographie de Paris (1).
VICE-PRÉSIDENTS.....	M. RABAUD, président de la Société de géographie de Marseille.
	M. le Dr FOURNIER, délégué de la Société de géographie de l'Est.
SECRÉTAIRE.....	M. CONS, professeur au Lycée de Montpellier.

M. Paul SOLEILLET

PEUPLEMENT ET FERTILISATION DU SAHARA

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

Après avoir montré quel intérêt éminemment français s'attache à cette question, M. SOLEILLET dit que le Sahara, autrefois peuplé, n'est devenu ce qu'il est aujourd'hui que lors de sa conquête par des populations nomades qui, pour le besoin de leur genre de vie, ont fait le désert autour d'elles. Il invoque à l'appui de son opinion les témoignages des historiens anciens et des voyageurs modernes, de M. Duveyrier notamment, qui a trouvé dans le sud de la Tunisie les preuves de l'existence antérieure d'une grande population et d'une grande fertilité. Il compare la faune ancienne et la faune actuelle du désert, décrit les oasis établies où se trouvent des éminences assez rapprochées pour que les groupes puissent se défendre, et les travaux faits pour amener à la surface du sol l'eau souterraine qui descend en abondance des monts du Maroc, de l'Algérie et du Hoghar. La culture du palmier, dont les fruits et les fibres ont de tout temps fourni de si grandes ressources, peut être étendue ; les arbres même de l'Europe y ont été transportés, des jardins créés ; le coton, le tabac, les céréales même y prospèrent. Le climat en est favorable à la race blanche comme à la race noire. L'ancienne population

(1) M. Duveyrier, président de la Section, élu au Congrès de Paris, ayant donné sa démission, il a été procédé à son remplacement dans la séance du 28 août 1879.

berbère pourrait s'y établir, et les éléments du repeuplement se trouvent dans la population qui surabonde aux portes même du pays, dans les hommes libres des petits États du Soudan, dont il dépeint la situation malheureuse et les esclaves qui accepteraient la liberté s'ils étaient sûrs de trouver une protection efficace. Ces races sorties de l'état sauvage sont susceptibles de civilisation. M. Soleillet termine en émettant le vœu que ces populations soient plus souvent visitées par des Français et rattachées à l'Algérie, cette autre France, par une voie ferrée. Le Sahara redeviendra peuplé et fertile du jour où la locomotive circulera du Sénégal à la Méditerranée.

M. le colonel FULCRAND

Directeur du génie à Montpellier.

RECONNAISSANCES AU SÉNÉGAL EN 1856

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. le colonel Fulcrand communique des levers faits au Sénégal en 1856. Il explique comment des reconnaissances et les renseignements obtenus des indigènes permirent de tracer des cartes du pays avec une assez grande exactitude pour que, dans leur marche en avant, les Français, sous la conduite du général Faidherbe, n'aient éprouvé jamais aucun mécompte.

DISCUSSION

M. Soleillet a rencontré dans le Segon d'anciens otages comprenant et parlant le français et qui, dans leur reconnaissance pour les bons soins dont ils avaient été l'objet, appelaient le général « leur père ».

M. Maunoir cite comme un exemple de cartes dressées par renseignements celle du Maroc de M. Baudoin.

M. Georges REVOIL

LES PAYS ÇOMALIS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 30 août 1879.* —

M. Revoil a visité en 1877 ce pays si peu connu des Européens, et bien qu'empêché par une guerre de pénétrer dans l'intérieur aussi loin qu'il l'au-

rait voulu, a recueilli dans un séjour de quarante jours à Miraia et dans ses explorations de la côte des renseignements précieux sur le type, les mœurs, les monuments, l'organisation sociale, la manière de combattre de ces tribus. Il les justifie du mauvais renom qui s'est attaché à elles, à la suite notamment du naufrage du *Mei-Kong*, et présente le pays comme pouvant être exploité avec fruit et sans danger par les Européens, auxquels un firman accordé à M. Revoil par le sultan de Guardafiù donne le droit de s'y établir. Le premier de tous les Européens, M. Revoil, a escaladé le pic de Karom. Il a reconnu à 90 mètres au-dessus du niveau de la mer les coquillages qui, aujourd'hui encore, se trouvent dans la mer voisine. Il a rencontré dans le pays l'arbre à encens, la gomme, le guano. Des indigènes lui ont présenté des minerais de plomb et de mercure dont des gisements doivent, par conséquent, se rencontrer à peu de distance de la côte. M. Revoil a perdu dans un accident la plupart des vues, cartes et plans qu'il rapportait ; il a pu néanmoins donner des informations très intéressantes sur une contrée dont il se propose de reprendre un jour l'exploration.

DISCUSSION

M. Brau de Saint-Pol-Lias explique dans quelles circonstances s'est établie la mauvaise réputation dont M. Revoil justifie les Çomalis, et qui persiste encore à Aden et dans tous ces parages.

M. RŒHRIG

Professeur à l'École supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux.

PROJET D'ORGANISATION DE MUSÉES POUR LES MATIÈRES PREMIÈRES DE L'INDUSTRIE ET LES PRODUITS FABRIQUÉS

— *Séance du 29 août 1879.* —

J'ai eu l'honneur de présenter à la session du Havre (1) un essai de classification des matières premières d'industrie.

Dans cette classification, tout en tenant compte de l'origine naturelle des divers produits, on a pris pour base principale leur destination.

Au point de vue de l'étude spéciale des marchandises, il y a un avantage à considérer les objets, surtout au point de vue de leur utilité pratique.

Le groupement étant ordonné, il importe de donner tous ses soins au choix des échantillons.

(1) Compte rendu de la Session du Havre, p. 1004.

L'échantillon doit, le plus fidèlement possible, représenter la marchandise telle qu'elle circule dans le commerce.

Il est nécessaire qu'il soit un peu volumineux afin que ses divers caractères soient bien apparents et puissent être constatés avec facilité.

Les formes commerciales d'une seule et même matière sont souvent très variables. Plus on pourra représenter de ces formes, mieux cela vaudra. Elles ont un intérêt réel, car dans tel cas la forme dénote la provenance ; dans tel autre, elle indique la facilité de l'emploi.

Personne n'ignore qu'un spécialiste, en parcourant un entrepôt où se trouveraient, je suppose, tous les produits de l'industrie chimique ou métallurgique, reconnaîtrait à leur aspect extérieur la plupart de ces produits.

Pour nous donner une idée de la connexion qui existe entre la forme donnée à la matière première et ses diverses applications, il suffit de nous représenter les nombreux spécimens du métal le plus usuel, — le fer. — Souvent l'ouvrier n'a qu'à choisir dans la collection variée que les usines lui offrent, la pièce dont il a besoin, et peut la mettre en place sans lui faire subir de grande modification.

La forme est aussi très souvent donnée en vue de la commodité du transport. La briquette de houille, par exemple, doit une partie de son succès à la facilité qu'on a de la loger sur les navires et les wagons.

En parcourant successivement toutes les catégories de marchandises, nous serions surpris des soins minutieux qu'on a pris pour adapter leurs formes aux besoins les plus modestes.

Les modifications de forme nous montrent donc les multiples emplois d'une même substance. La représentation des formes dans un musée commercial et industriel est, par conséquent, indispensable.

Si, au point de vue de l'étude scientifique, un échantillon unique d'une matière suffit, il n'en sera plus ainsi pour l'étude commerciale et industrielle. — Citons un exemple familier, la gomme du Sénégal. Scientifiquement, on peut se contenter de la connaissance des caractères généraux de cette matière, tandis que le négociant et l'industriel ont besoin d'être renseignés sur les raisons qui ont fait classer en variétés nombreuses cette substance, suivant qu'elle est demandée pour l'apprêt des tissus fins ou grossiers, pour l'impression des couleurs vives ou foncées, pour l'usage de la pharmacie, etc.

Je me borne à cet exemple, pris au hasard, car tous les négociants savent que des réflexions analogues pourraient être présentées sur des matières quelconques qui font la spécialité de leur commerce.

Il nous faut donc des collections abondantes qui révèlent aux yeux qui

es observent tout le profit que l'homme peut tirer d'une seule et même matière.

Si nous examinons les provenances, un horizon nouveau s'ouvre devant nous.

En effet, ne sommes-nous pas là aussi en face d'un tableau infiniment nuancé, où les agents climatériques, les soins de la culture et de la cueillette, les traitements après récolte ont imprimé à une seule et même denrée des modifications profondes ?

Considérons attentivement une collection complète de café, par exemple, et nous verrons comme nuances et comme formes de grain autant de types qu'il y a de pays producteurs.

Les caractères de provenance, ces cachets d'origine, offrent un précieux enseignement. Ils sont, en quelque sorte, l'image, le reflet de la contrée productive. Ne voyons-nous pas dans les vives couleurs des matières tinctoriales les effets du soleil torride ?

L'abondance des fruits savoureux et des denrées féculentes ne nous révèle-t-elle pas les bienfaits des climats tempérés ?

Une vitrine renfermant de toute provenance les spécimens d'un même produit est une carte géographique vivante.

Cette vitrine fait voir au négociant, par un examen rapide, les provenances de la marchandise qui fait l'objet de son commerce. Il saura donc dans quelles régions du globe il devra la chercher.

Les produits manufacturés, placés à côté de la matière première, complètent ces connaissances géographiques; car, eux aussi, sont de diverses provenances et indiquent ainsi les contrées et les localités où la matière première est consommée ou transformée.

Il nous faut donc des collections larges et abondantes, qui nous montrent, d'une part, les assortiments divers, résultant d'un triage, d'une préparation, ou d'un artifice ingénieux, et qui d'autre part, par leurs modifications caractéristiques nous en fassent connaître les provenances et les destinations.

Un petit planisphère placé dans chaque vitrine rapporte, par un signe, l'échantillon à son lieu d'origine, et par cela même rend plus précises les notions que nous avons sur les pays producteurs et les lieux de consommation.

En outre, une courte notice, bien en évidence, fournit sur chaque matière les renseignements essentiels.

La bonne distribution des matières dans un musée, n'a pas seulement l'avantage de faciliter les études, — elle fait comprendre à tout visiteur la nécessité de leur création et provoque le désir de les multiplier.

Une organisation simple et méthodique fait voir qu'on peut, avec les

ressources les plus modestes, se procurer des éléments d'instruction d'une grande efficacité, et, le goût des collections de matières premières, relatives à l'industrie naîtra et se développera comme celui des collections particulières d'histoire naturelle.

Il est permis d'espérer que le besoin se fera bientôt sentir de créer des musées cantonaux de matières premières et de produits fabriqués.

Les écoles de commerce et d'industrie seraient les premières à se féliciter de cette heureuse innovation; car ce serait pour ces établissements un sûr moyen de recruter désormais non-seulement des élèves plus nombreux, mais surtout des élèves mieux préparés que ceux qui se présentent aujourd'hui à nos examens d'entrée.

Il n'est pas de jeune homme intelligent qui pût rester insensible au spectacle que lui offrirait le tableau des matières utiles qui servent à confectionner les vêtements qu'il porte, à préparer les aliments qu'il consomme et à façonner le matériel si varié qui lui procure les commodités de l'existence.

En voyant et en touchant les produits, leurs noms et les termes qui en dépeignent les caractères lui deviendraient familiers et feraient naître en lui le désir de se renseigner par une étude plus approfondie.

Les musées cantonaux provoqueraient des excursions instructives à travers les campagnes où la vue des jeunes gens se familiariserait avec les diverses cultures. Bientôt nous n'aurions plus la surprise affligeante de voir trop souvent des adolescents de 16 à 17 ans qui ne savent pas distinguer le froment de la luzerne ou de la pomme de terre, et qui, en traversant une forêt, ne sauraient discerner un chêne d'avec un hêtre ou un saule.

Pour offrir les plus grands avantages les musées de matières premières devront se renfermer strictement dans leur rôle et viser avant tout une utilité pratique et immédiate.

Un musée cantonal devra surtout être consacré aux productions du pays et accorder plus de place et de renseignements aux plus humbles de ces produits qu'il n'en donne au plus important des produits exotiques.

Son but sera de fournir tous les détails indispensables sur les ressources de son réseau cantonal, dans le domaine de son activité industrielle et commerciale. Ces renseignements seront spécialement appréciés par les habitants, qui en reconnaîtront l'utilité et s'empresseront de les mettre à profit.

On ne pourrait, sans inconvénient, sortir de ce cadre dans ces petits musées, car si l'on accordait aux produits étrangers plus que des notions succinctes ce ne serait qu'aux dépens des intérêts locaux.

Les musées qu'on a commencé à créer sur différents points de la

France, pour le service des écoles commerciales et industrielles devront, au contraire, être constitués sur des bases assez larges pour représenter des musées régionaux, en y rassemblant, d'après notre principe, les produits qui intéressent le commerce et l'industrie de la région. Ces produits devront y occuper le premier rang et la place la plus large.

Dans notre pays qui prime tous les autres par la variété des produits naturels et manufacturés et où le commerce et l'industrie intéressent directement on indirectement les neuf dixièmes des habitants, le système de propagande des connaissances utiles que je prends la liberté de proposer, n'aurait pas seulement pour lui l'adhésion de nos populations intelligentes et laborieuses, mais il exciterait leur enthousiasme, — et il est permis de croire, que le gouvernement, témoin des bons résultats obtenus, ne tarderait pas à couronner l'œuvre en jetant les bases d'un musée national des matières premières de l'industrie.

M. le colonel FULCRAND

Directeur du Génie à Montpellier.

PRÉSENTATION DES INSTRUMENTS DE VOYAGE ET DE RECONNAISSANCE DU COLONEL GOULIER

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. le général PARMENTIER

DE LA TRANSCRIPTION PRATIQUE, AU POINT DE VUE FRANÇAIS, DES NOMS ARABES EN CARACTÈRES LATINS

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

I

A la session havraise de l'Association française pour l'avancement des sciences, en 1877, j'ai présenté à la section de géographie quelques observations sur l'orthographe des noms géographiques (1), et je disais

(1) *Quelques observations sur l'orthographe des noms géographiques.* (*Comptes rendus de la 6e session de l'Association française pour l'avancement des sciences*, p. 1015.)

en terminant que je me proposais de traiter une autre fois, en détail, la question de la transcription des noms arabes en caractères latins, au point de vue français.

Je viens aujourd'hui remplir cet engagement, non sans éprouver la très sérieuse crainte de fatiguer les membres de la section par des détails qui sont plutôt du domaine de la linguistique que de celui de la géographie. Et pourtant, si le géographe a surtout à s'occuper de la description des lieux, n'est-il pas important aussi — désirable tout au moins — qu'il les désigne par des noms s'éloignant le moins possible de ceux que leur donnent les indigènes qui habitent ces lieux? Autrefois on était peu difficile sous ce rapport, et l'on se contentait pour les noms propres d'hommes ou de lieux des approximations les plus grossières, j'allais dire les plus fantaisistes. C'est ainsi que nos anciens historiens et chroniqueurs transformaient *Amir-al-mouminin* (prince des croyants) en *Miramolin*, *Abou-Abd-Allah* en *Boabdil*, *Nasr-ed-din* en *Noscardin*, *Baba-Aroudj* en *Barberousse* et son frère *Khaïr-ed-din* en *Chérédin* ou *Hariadan* : c'est ainsi encore qu'un chroniqueur italien, G. Villani, donne au khalife *Abou-Bekr* le nom de *Bucchieri* : on dirait un pur Italien !

Aujourd'hui ce sans-façon n'est plus de mise : les géographes, les historiens de toute nationalité s'efforcent de rendre les noms propres avec plus d'exactitude, mais je regrette d'être obligé de confesser que jusqu'à ce jour ce ne sont pas les Français qui touchent le but de plus près. Je pense donc que nos géographes, sans se transformer en linguistes, doivent pourtant chercher à se mettre à même de choisir en connaissance de cause entre les transcriptions si diverses que subissent les noms de lieux. Notre importante colonie d'Algérie donne d'ailleurs un intérêt plus particulier à la transcription des noms arabes. Malheureusement ce sujet ne me permet pas d'éviter des détails un peu minutieux peut-être, mais absolument indispensables.

II

Dans cette question de la transcription des noms écrits en caractères arabes, je me mettrai exclusivement au point de vue français. Divers savants, tels que Lepsius (1), en Allemagne, Max Muller (2), en Angleterre, ont imaginé un système alphabétique international, au moyen duquel tous les sons et toutes les articulations des différentes langues humaines seraient partout rendus de la même manière en caractères lá-

(1) R. LEPSIUS. *Das allgemeine linguistische alphabet.* — Berlin. 1855.
(2) MAX MULLER. *Survey of languages.... with an appendix on the missionary alphabet.* — London. 1855.

tins, diversifiés au besoin par des signes diacritiques. Les auteurs de ces systèmes n'avaient d'ailleurs pas la prétention chimérique de réformer l'orthographe des langues qui s'écrivent au moyen des caractères latins. Ils voulaient uniquement donner le moyen de transcrire systématiquement les mots des langues qui emploient des alphabets spéciaux ou qui ne sont pas encore pourvues d'alphabet, et notamment arriver à mettre d'accord les missionnaires des diverses nations européennes dans les efforts qu'ils font pour apprendre à des peuplades sauvages à écrire leur langue. Il y a peu d'années, M. Ewald a publié dans les *Mittheilungen* de *Petermann* un essai d'alphabet international spécialement appliqué aux noms géographiques (1). Mais si jamais un tel système peut prevaloir, l'Europe n'est pas mûre pour cette réforme. Pour moi, e me propose simplement de donner des regles — ou plus modestement des indications — pour la transcription *française* des noms arabes.

Même à ce point de vue restreint, il faut distinguer deux sortes de transcriptions, l'une que l'on peut appeler *scientifique*, l'autre qui est surtout *pratique*. Le caractère essentiel d'une transcription scientifique, c'est qu'on puisse revenir sans peine et d'une manière certaine d'un mot transcrit au mot original. Pour cela il faut qu'à chaque lettre de l'alphabet étranger corresponde une lettre, ordinaire ou diacritisée, de notre propre alphabet. C'est le système adopté pour la transcription du sanskrit par la plupart des linguistes allemands ainsi que par l'école de Nancy, et c'est le seul rationnel quand il s'agit d'une langue morte dont la prononciation n'est connue que dans ses traits généraux, mais non dans ses détails, ses nuances, ses caprices même pourrait-on dire. Mais il faut bien avouer que la plupart des langues vivantes se prêteraient fort mal à une pareille transcription lettre pour lettre : pour que les mots ne fussent pas devenus méconnaissables, il faudrait en même temps indiquer les règles souvent fort compliquées de la prononciation. Je ferai peut-être mieux comprendre la difficulté en face de laquelle on se trouverait par un exemple pris dans le russe. Les lettres A, O qui ont conservé la forme de notre *a* et de notre *o*, ne pourraient être transcrites que par ces lettres; mais l'*a* russe se prononce *a*, *è*, *o* suivant les cas, et l'*o* russe se prononce très souvent *a* ou *eu* quand il n'est pas accentué. La quatrième lettre de l'alphabet russe (Г, г) est un *g dur*, mais cette lettre se prononce aussi comme une *h aspirée* (par exemple dans Господь, seigneur), comme le χ grec ou le *ch* allemand (par exemple dans Богъ, Dieu), et même comme un *v* dans les inflexions аго, ого, его des adjectifs et des pronoms. Il en résulte que le mot большаго (génitif

(1) *Ueber die Rechtschreibung der geographischen Namen*, von L. Ewald, 22 Band, 1876, VIII (p. 297).

de l'adjectif *grand*) qu'on ne pourrait transcrire — abstraction faite de la lettre muette ь qui indique que л a sa valeur douce, celle de notre *l* — que par *bolchâgo*, se prononce en réalité *balchôva*, les deux *o*, l'*a* et le *g* ayant leur valeur accidentelle. La transcription scientifique défigurerait donc complètement la sonorité du mot.

Pour l'arabe, on a proposé plusieurs transcriptions scientifiques dont je ne veux point, en ce moment, discuter la valeur, car ce n'est pas d'un pareil système qu'il peut être question ici (1). Je n'entends m'occuper que d'une transcription essentiellement *pratique*, ayant pour but de reproduire les mots arabes, *dans leur sonorité*, aussi fidèlement que possible, au moyen de nos lettres simples ou combinées, *à l'exclusion de tous signes diacritiques conventionnels* qui n'existent pas dans nos imprimeries courantes et que les lecteurs ordinaires ne comprendraient pas.

Je tenais à bien établir ces distinctions avant d'entrer dans mon sujet.

III

Et d'abord, je pense utile de bien faire comprendre par un exemple, à quel degré d'anarchie nous sommes encore en France en ce qui regarde les noms arabes, et combien il est urgent qu'on apporte quelque méthode dans leur transcription. Je choisirai le mot *cheïkh* (شيخ) qui veut dire à la fois *vieux* et *chef* ou *notable* (senior). Les transcriptions en sont des plus nombreuses et des plus curieuses, comme on peut le voir par le tableau suivant des trois éléments dont il se compose :

	ai, aï, ay	k
		ck
	ei, eï, ey	kh
ch	e, é	ckh
sch	i	kr
		khr
	y	cr
		qr

En combinant ces trois éléments de toutes les manières possibles, on arriverait à $2 \times 10 \times 8 = 160$ transcriptions françaises d'un seul

(1) Dans les livres didactiques (grammaires, dictionnaires) de l'arabe algérien où il a bien fallu distinguer les différentes lettres arabes qui ont de l'analogie entre elles, on a employé tantôt un accent, tantôt un point placé sous les lettres, pour indiquer une modification *quelconque* de la lettre primitive. Ce point ou cet accent indiquent tantôt un renforcement, tantôt une aspiration ou une gutturalisation et même le grasseyement de l'*r*. Un tel système est peu logique, et c'est d'une manière plus judicieuse que l'école de Nancy emploie les signes diacritiques dans la transcription du sanskrit.

et même mot arabe! Et qu'on ne se récrie pas trop contre cette déduction algébrique : si l'on cherchait bien, on trouverait presque toutes ces combinaisons réellement employées par quelque écrivain. Les orthographes suivantes sont très fréquentes : *cheik* ou *chéïk*, *cheick*, *cheikh*, *cheikr*, *cheikhr*, *chikh*, ainsi que les mêmes variantes commençant par *sch*. Sylvestre de Sacy écrit *schéïkh*, Garcin de Tassy *schaikh* ; le général Daumas écrit *chïkh* sans qu'on puisse deviner ce que peut bien signifier ce tréma sur l'*i* entre deux consonnes ; le vocabulaire des noms de personnes fait au ministère de la guerre par les interprètes militaires de Slane et Gabeau (1) donne *chikr* ; Pihan (2) écrit *chycr*, Esterhazy (3) *chiqr*. Et je ne compte pas les transcriptions du genre de celles que j'ai appelées scientifiques, comme celle de Gorguos (4) qui, dans son cours d'arabe vulgaire, écrit *chyk*. Croirait-on possible que *schaikh* et *chiqr* soient des transcriptions d'*un seul et même* mot arabe, faites toutes deux *par* et *pour* des Français?

Ce qu'il y a de plus étonnant dans ces différences de transcription d'un même mot, c'est que beaucoup d'écrivains semblent avoir pris à tâche d'augmenter à plaisir cette regrettable confusion, en modifiant eux-mêmes, à chaque instant, l'orthographe qu'ils emploient. Esterhazy écrit, dans un même ouvrage, *cheik* et *chiqr*, *grazia* et *razia*, *moedden* et *moudzen*, etc. ; le Bulletin officiel du gouvernement de l'Algérie écrit tantôt *cadi*, tantôt *cadhi*; *Taïeb* et *Tayeb* (n. pr), *Belkassem* et *Belkacem* (n. pr.), etc. Dans l'excellent ouvrage du général Daumas sur les *Mœurs et Coutumes de l'Algérie* (5), on trouve *kréïma*, *khréïma* et *khéïma* (tente) ; *gharbi* et *ghrarbi* (occidental) ; *taleb*, *taleub* et *thaleb* (lettré) ; *kadi* et *cadi* (juge) ; *ziara*, *ziarah* et *zyara* (visite) ; *Abderrahman* et *Abd-er-rhaman*, etc., etc.

Si, entre tous les mots étrangers, les mots arabes ont été tout particulièrement estropiés chez nous, cela tient à plusieurs causes. Une première difficulté résulte de ce que l'alphabet arabe renferme un assez grand nombre de lettres qui n'ont pas leurs analogues en français, ni même dans aucune langue européenne. Je citerai en second lieu les différences de prononciation qu'on rencontre en Algérie, tant dans le son des voyelles qui ne sont pas représentées dans l'écriture et qui sont plus ou moins flottantes, que dans l'articulation de cer-

(1) *Vocabulaire destiné à fixer la transcription en français des noms de personnes et de lieux usités chez les indigènes de l'Algérie....*, par Marc G. de Slane et Ch. Gabeau. — Paris, 1868.

(2) *Éléments de la langue algérienne ou principes de l'arabe vulgaire usité dans les diverses contrées de l'Algérie*, par A.-P. Pihan. — Paris, 1852.

(3) *De la domination turque dans l'ancienne régence d'Alger*, par M. Walsin Esterhazy, capitaine d'artillerie. — Paris, 1840.

(4) *Cours d'arabe vulgaire*, par A. Gorguos, professeur de langue arabe au lycée d'Alger, 2e édition. — Paris, 1857.

(5) *Mœurs et Coutumes de l'Algérie*, par le général E. Daumas, 2e édit., Paris, 1855.

taines consonnes qui n'est pas la même dans l'Est et dans l'Ouest, sur les bords de la Méditerranée et dans le Sahara. Enfin, la connaissance imparfaite de la langue et de l'écriture arabe a elle-même causé quelques erreurs qui se sont d'autant plus accréditées qu'elles venaient de personnes que l'on croyait plus compétentes.

IV

Avant d'entrer dans le détail de l'alphabet arabe, je ferai remarquer que, sans connaître une seule lettre de cet alphabet, on peut rectifier les orthographes dans lesquelles entrent des symboles étrangers tels que *sch* et *ck* allemands, *sh* et *w* anglais. Ainsi que je l'ai exposé dans mes *Observations sur l'orthographe des noms géographiques*, nous n'avons nulle bonne raison de préférer *sch* allemand ou *sh* anglais à notre *ch*, et *w* anglais à *ou ;* quant à *ck* pour *k*, c'est un germanisme qui n'a aucune raison d'être dans une transcription. On pourra donc remplacer *schérif* ou *shérif* par *chérif*, *scheick* par *cheik* — orthographe qui pour n'être pas tout à fait exacte n'en est pas moins meilleure, — *Wargla* par *Ouargla* (1). A ce propos, je ne puis que m'étonner de voir Garcin de Tassy, ce savant profondément versé dans les langues orientales, se servir d'un système de transcription anglo-allemand qui ne me paraît justifiable à aucun degré. Préoccupé d'autre chose dans les savantes études qu'il a laissées, Garcin de Tassy n'attachait sans doute pas à la question de la transcription toute l'importance qu'elle mérite. Il emploie (2) *u* pour *ou* voyelle (*abû, Timûr, Yuçuf* pour *aboû, Timoûr, Youçouf*), *w* anglais pour *ou* consonne (*tawil* pour *taouïl*, *wa* pour *oua*), *j* anglais pour *dj* (*hâjji, Araj, wujuh, jauhur* pour *hâdji*, *Aradj, oudjouh, djouhour* ou *djaouhour*). En cela, il n'a pas été guidé par le désir de rendre chaque articulation arabe par une seule lettre, car il emploie *kh* pour le خ arabe, *sch* germanique pour *ch* (*schaikh, schâh, scharîf*), et *ch* anglais pour *tch* persan (*chahâr* pour *tchahâr*, quatre). La même observation s'applique d'ailleurs à l'illustre Sylvestre de Sacy, dont les transcriptions sont également entachées d'un germanisme qu'il n'a pas pris la peine de réformer.

(1) Mais il ne faut pas faire subir une pareille correction à des mots français dont l'orthographe est consacrée depuis longtemps, et écrire *chisme* pour *schisme*, comme le fait le capitaine Villot (*Mœurs, Coutumes et Institutions des indigènes de l'Algérie*, 2e édit., Constantine, 1875). L'orthographe du mot *schisme* qui vient du grec σχίσμα est d'ailleurs fort rationnelle. C'est sa prononciation qui s'est altérée, car il eût été naturel de prononcer *skisme*, comme on prononce *skéma* (schéma, de σχῆμα).

(2) Par exemple dans son *Mémoire sur les Noms propres et sur les Titres musulmans* (*Journal asiatique*, mai-juin 1854).

V

L'alphabet arabe, comme tous les alphabets sémitiques, ne se compose que de consonnes. Les trois voyelles *a* (ou *è*), *i*, *ou* (ou *o*), ne peuvent être indiquées que par de petits signes placés au-dessus ou au-dessous des consonnes. Avec la lettre ب (b) par exemple, on fait بَ (ba), بِ (bi), بُ (bou) (1). Mais ces trois signes de vocalisation sont toujours omis dans l'écriture et les livres, ce qui rend la lecture arabe fort difficile pour les commençants, et fait que le même mot doit quelquefois être prononcé de plusieurs manières différentes suivant sa signification. Le mot رجل (r. dj. l.) signifie *homme* ou *pied*, suivant qu'on le prononce *radjeul* ou *ridjl*. C'est là un inconvénient grave, propre à toutes les langues sémitiques, ainsi qu'à quelques langues telles que le *persan*, le *turk*, l'*hindoustani*, qui ne sont pas de la même famille linguistique, mais qui ont adopté l'alphabet arabe.

Les consonnes arabes sont au nombre de 28; elles se tracent et s'enchaînent en allant de droite à gauche. On trouvera leur forme, leur nom et leur valeur dans le tableau annexé au présent travail.

Je vais examiner successivement ce que représentent ces vingt-huit lettres, non en suivant leur ordre alphabétique, mais en les groupant de la manière la plus commode pour le but que je me propose.

VI — *Lettres qu'on peut exactement rendre en français.*

Onze lettres ont leur équivalent exact dans l'alphabet français. Ce sont les lettres ب (b), د (d), ر (r), ز (z), س (s), ف (f), ك (k), ل (l), م (m), ن (n) et ه (h aspirée) (2). Deux autres lettres (ج et ش) sont exactement représentées par *dj* et *ch*. La transcription de ces treize lettres n'offre donc aucune difficulté et tout le monde devrait être d'accord là-dessus. Mais il n'en est pas ainsi, et même quelques-unes des onze lettres qui n'ont que le tort d'avoir une autre forme que nôtres, n'échappent pas au caprice des transcripteurs.

(1) Les signes qui marquent les voyelles *a, i, ou* se nomment respectivement *fatha* (فَتْحَة), *kesra* (كَسْرَة) et *dhamma* ضَمَّة. Prononcez *fat-ha* avec *h* aspirée et non *fa-tha* avec *th* anglais.

(2) On s'étonnera peut-être que je n'aie pas compris dans cette liste le *ta* (ت) que tout le monde identifie avec notre *t*. Je ne pense pas que ces deux lettres soient réellement équivalentes (Voyez la note 1 du § VIII, page 1091).

1° Le *fa* (ف — en Algérie ڢ) (1), est quelquefois rendu par *ph* dans des mots tels que *Moustapha*, *muphti*, ce qui ne peut s'expliquer que par une influence grecque; ces mots nous viennent en effet de l'Orient, et leur orthographe vicieuse est antérieure à notre conquête de l'Algérie. Ce *ph* est à rejeter absolument et doit être remplacé par *f*; on écrira donc *col de Sfa* (près de Biskra), et non *Spha* comme on le voit quelquefois.

2° On trouve parfois *rh* pour *r* au commencement des mots. Le général Daumas écrit *rhamadan* (mois de jeûne), *Abd-er-Rhaman* (n. pr.); on trouve souvent *Rhumel* pour le nom de la rivière qui passe à Constantine. C'est encore là un hellénisme qui est d'autant plus injustifiable que ceux qui rendent ainsi l'*r* initiale arabe emploient aussi le symbole *rh* pour désigner le *ghaïn* (غ) dont il sera question plus loin, confondant ainsi deux lettres fort différentes, dont l'une a son équivalent exact en français.

3° Le *sin* س (pron. *sinn'*) est notre *s*, mais il est toujours dur, comme en espagnol, et ne prend jamais la valeur de *z* que nous donnons à l'*s* entre deux voyelles (*raison*, *brisé*). La crainte de cet adoucissement de l'*s* fait que la plupart des auteurs rendent le *sin* tantôt par *s*, tantôt par *ss*, *c* ou *ç* et *ce* (*hassi* pour *hâsi* حاسي, puits, *chemce* pour *chems* شمس, soleil, etc.). De Slane et Gabeau emploient méthodiquement *s* au commencement des mots ou après une consonne (*Slimane*, *Tlemsani*), et *c* ou *ss* entre deux voyelles, suivant que la seconde est *e*, *i* ou bien *a*, *o*, *ou*, (*Kacem*, *Faci*, *Moussa*); ils repoussent *ç*, de crainte que, la cédille venant à être oubliée, on ne prenne, par exemple, *çaïd* (سعيد, heureux) pour *caïd* (قايد, chef). M. Beaussier (2) a adopté les mêmes principes dans un dictionnaire composé d'ailleurs avec beaucoup de soin. Mais n'est-il pas regrettable qu'une seule et même lettre, *dont l'articulation est toujours la même en arabe*, soit ainsi représentée de trois façons différentes (*s*, *ss* et *c*)? Du moment que les auteurs que je viens de citer admettaient *ss*, il n'y avait pas lieu de prendre encore le *c*; ne pouvait-on écrire *Kassem*, *Fassi* aussi bien que *Moussa* (3), et n'est-ce pas chercher la complica-

(1) Il est à remarquer qu'en Algérie et dans tout le Maghreb (États barbaresques) les lettres ف (f) et ق (q) sont autrement ponctuées qu'en Orient. On écrit ڢ (f) et ڧ (q). Cette différence de ponctuation a souvent donné lieu à des méprises, particulièrement dans les noms propres. C'est ainsi que le mot رفادة, nom d'une ville qui était située près de Cairouan, a fait croire à l'existence de deux villes distinctes *Racâda* et *Rifâda*, suivant que ڧ a été pris pour un *q* ou pour une *f*. — Dans le présent travail, j'emploierai toujours la ponctuation orientale de l'arabe classique.

(2) *Dictionnaire pratique arabe-français, contenant tous les mots employés dans l'arabe parlé en Algérie et en Tunisie* par MARCELIN BEAUSSIER, interprète principal de l'armée d'Algérie. — Alger, 1871 (autographié).

(3) Je préférerais d'ailleurs la solution inverse, en rejetant tout à fait *ss* et reprenant *ç* devant *a*, *o*, *ou* : *hâci*, *Moûça* rendraient bien mieux la prononciation arabe que *hassi*, *Moussa*.

tion à plaisir? Il vaudrait bien mieux, à mon avis, convenir une fois pour toutes que dans les mots transcrits d'une langue quelconque possédant un alphabet spécial, nos consonnes gardent strictement *leur valeur alphabétique* et qu'elles ne doivent jamais s'altérer comme s'altèrent, par exemple, *s*, *f*, *d*, dans nos expressions *maison*, *neuf heures*, *grand homme*, pas plus qu'elles ne peuvent être muettes, ce qui arrive si souvent à la plupart d'entre elles en français (plom*b*, tabac, gran*d*, cle*f*, ran*g*, fusi*l*, cou*p*, aime*r*, pa*s*, tro*t*, au*x*, ne*z*). Ces exceptions dans la valeur de nos lettres sont propres à notre idiome, et ne devraient pas être transportées dans des mots étrangers (1). Si, comme je le propose, on rendait toujours le *sin* par *s*, on n'emploierait *ss* que lorsque la lettre arabe est elle-même redoublée, comme dans les mots *Tébessa*, *Hassân*, qui rendent fort bien تبسّة et حسّان (2).

Je ferai une dernière remarque sur la transcription du *sin* par *ss*. Beaucoup d'auteurs redoublent l'*s* à la fin des mots et écrivent *medjless* pour *medjlès* (مجلس tribunal), sans doute par crainte qu'on ne pense que l'*s* finale n'est que la marque d'un pluriel français et n'appartient pas au mot arabe. Cette cause d'erreur n'existerait pas si, comme je le voudrais, on ne mettait jamais à des mots arabes le signe du pluriel français (3). On admet cette dérogation aux règles de notre orthographe dans beaucoup de mots d'origine étrangère, tels que des *quiproquo*, des *alibi*, des *alinea*, des *deficit*, des *Te Deum*, des *forte* et des *piano*, etc. Cette pratique me paraîtrait sage et éviterait bien des erreurs. On a dit d'abord un *spahi*; à force de voir écrit *des spahis*, beaucoup de gens, croyant que l'*s* appartenait au mot arabe, se sont mis à dire *un spahis*, en faisant sonner une lettre qui n'existe pas dans le mot arabe. J'ai trouvé de même *un gourbis* (gourbi, hutte en branchages). L'emploi de l'*s* comme marque du pluriel conduit encore à d'autres erreurs. Les pluriels arabes se forment le plus souvent par un changement de voyelle ou par l'intercalation d'une voyelle qui n'existe

(1) On peut certainement objecter qu'il n'est pas possible de faire *une convention* avec les lecteurs ordinaires et qu'en écrivant *hâsi* presque tous prononceront *hâzi* et non *hâci*. Cela est vrai; mais les mêmes lecteurs feront la même faute de prononciation dans les noms espagnols tels que *Villahermosa* (où l'*s* doit également être prononcée comme ç), et nous verrons plus loin qu'on est bien obligé d'employer des symboles de convention pour rendre les articulations qui manquent à notre langue. Si le but principal des transcriptions pratiques est de représenter aussi fidèlement que possible *la prononciation*, il faut pourtant chercher aussi à ne pas trop altérer la physionomie des mots : en voyant *Tlemsani*, *Kacem* et *Moussa*, chacun pensera tout naturellement que ces mots arabes renferment trois sifflantes distinctes.

(2) En arabe on n'écrit pas deux fois de suite la même lettre. Pour la doubler, on la surmonte du signe ّ qu'on appelle un *techdid* (renforcement).

(3) Les écrivains sont pleins d'inconséquences à cet égard. Ainsi le même auteur (le capitaine Villot) écrit *sans s* : les mahakma, les cheïkh, les mokaddem, les felidj ou les feldja (plur. arabe de felidj), et *avec s* : les haïks, les smalas, les djemâas, les zaouïas, les gourbis, et même les tolbas, les kçours, les khouans, mots qui sont déjà des pluriels arabes.

pas au singulier. Le pluriel de *kbîr* (كبير grand, chef) est *kbâr* كبار. On a dit longtemps *les kebirs*; depuis quelques années, les officiers de l'armée d'Afrique disent volontiers *les kbar*, mais ils écrivent presque toujours *kbars*, *pluriel français d'un pluriel arabe* (1).

4° C'est encore par crainte que l'on n'applique à tort les règles de notre prononciation à des mots arabes que beaucoup d'auteurs doublent l'*n* après une voyelle ou la font suivre d'un *e muet*. De Slane et Gabeau écrivent *Mannsour*, *Slimane*, *Hacene*, *Bedr-ed-dine*; mais ils écrivent *Hassoun* parce qu'en français l'*n* ne nasalise pas la voyelle *ou*. Ils transcrivent le *mim* م (prononcez *mimm'*) simplement par *m*. Pourquoi donc ne craignent-ils pas qu'on nasalise l'*a* de *beïram* (comme dans *un quidam*), et n'écrivent-ils pas *beïrame* ? Ce serait logique. Pour moi, je pense que ces complications sont inutiles, d'autant plus qu'il est bien difficile d'être conséquent avec soi-même : les auteurs que je viens de citer écrivent *bent* (بنت fille), et non *bennt*, sans craindre que l'on prononce *ent* comme dans les mots français *dent*, *arpent* ou *il vient*. Je propose donc de remplacer toujours l'*n* comme l'*m* arabe par les mêmes lettres françaises et d'écrire *Mansoûr*, *Slimân*, *Hasn*, *Bedr-ed-dîn* (2).

5° Rien ne paraît plus simple que de remplacer le *kaf* ou *kef* (ك) par *k* qui est son équivalent français. Mais on le rend souvent par *c* (*couscoussou*, mets arabe, *beylic*, gouvernement du bey), ou par *ck* (*haïck*, vêtement arabe, *beylick*, *Sidi-Mabrouck*, localité près de Constantine, *Abou-Beckre* (3), beau-père et successeur de Mahomet). Ces orthographes sont à rejeter.

6° Le *hé* (ه) est une *h aspirée* (comme l'*h* du mot français *héros*) que les Arabes prononcent *toujours*, même à la fin des syllabes (*Allah*). C'est donc à tort que l'on considère souvent cette lettre comme étant muette, en disant, par exemple, *la sagesse d'Haroun*, ou qu'on la supprime même comme dans *enchir* pour *henchir* (هنشير ruine archéologique), mot que l'on trouve souvent sur les cartes géographiques.

(1) Cette double forme est d'ailleurs une recherche qui ne pourra jamais être appliquée qu'à un petit nombre de mots très usuels en Algérie. On dit *un kçar*, des *kçour* (قصر, pl. قصور), *un tâleb*, *des tolba* (طالب, lettré, pl. طلبا) ; mais on dit *des cheikh* et non des *m'chaïkh* ou *des chioukh* comme disent les Arabes. C'est affaire d'usage en Algérie. Je ferai encore remarquer, en passant, que l'on prend souvent un pluriel pour un singulier : on entend dire parfois *un kçour*, *un atatich* (pluriel arabe de *attouch*, palanquin pour femme). *Un Touareg* (pluriel arabe de *Targui*) est presque consacré par l'usage, et l'on ajoute communément une *s* à ce pluriel quand on écrit *des Touaregs*. Ce sont des erreurs contre lesquelles il importe de réagir.

(2) L'*e* muet après une *n* finale serait plus justifiable s'il était *réellement muet* comme dans la langue anglaise, où les mots *cause*, *tale*, *there* sont de véritables monosyllabes que les poètes font rimer avec *laws*, *hail*, *air*. Mais le génie de notre langue ne permet pas de considérer le mot *terre* comme un monosyllabe et de le faire rimer avec *air* ou *fer*. En écrivant *Slimane*, il faudrait, dans un vers français, compter ce nom pour trois syllabes, tandis qu'il n'en comporte réellement que deux. Cette raison me paraîtrait seule suffisante pour rejeter l'emploi de l'*e* final, prétendu muet, dont il est ici question.

(3) FR. COPPÉE. *Les Récits et les Élégies* (*l'Aragnée du prophète*).

7° Le *chin* ش (prononcez *chinn'*) a pour équivalent notre *ch* et doit toujours être rendu par ces lettres, à l'exclusion de l'*sh* anglais et, malgré le fâcheux exemple donné par Sylvestre de Sacy, de l'*sch* germanique, ainsi que je l'ai déjà dit plus haut § IV.

8° Le *djim* ج (prononcez *djimm'*) est très généralement transcrit par *dj*, et ce n'est que par ignorance qu'on rencontre souvent cette lettre rendue par le *j* anglais ou le barbare *dsch* des Allemands, dans des noms orientaux maladroitement copiés en France sur des transcriptions anglaises ou allemandes. Pourtant, Garcin de Tassy a adopté le *j* anglais pour transcrire le *djim* arabe et persan, ce qui est d'autant plus inexplicable que l'alphabet persan possède le *j* français (ژ) que Garcin de Tassy transcrit également par *j*. Chodzko, dans son excellente grammaire persane (1), rend avec raison le ژ par *j* et le ج par *dj*.

Il est à remarquer que dans une partie de l'Orient, notamment en Égypte, le ج se prononce comme un *g* dur : مسجيد, mosquée, se prononce *masguid, mesguéd*, au lieu de *masdjid, mesdjéd* ; زنجبار se lit *Zanguebâr* et non *Zandjebâr*. C'est que primitivement le ج répondait au *guimel* hébraïque (ג) c'est-à-dire à notre *g* dur, et cette lettre s'est adoucie plus tard chez les Arabes, de même que le *g* latin s'est amolli en français et en italien où il a pris, au moins devant *e* et *i*, respectivement la valeur de *j* et *dj*. — Pour les contrées où le ج a conservé sa valeur archaïque, on le transcrira par *g* (devant *a*, *o*) ou *gu* (devant *e*, *i*). En Tunisie, le *djim* se prononce généralement comme le *j* français, ce qui explique l'orthographe du mot *mjez* qu'on trouve sur beaucoup de cartes de l'Algérie près de la frontière de l'Est (pour *mdjez*, مجز passage).

VII — *Les trois lettres faibles et le aïn.*

L'alphabet arabe renferme quatre lettres d'une nature tout à fait particulière au sujet desquelles il est indispensable que je m'étende un peu. Toutes les grammaires arabes débutent en disant que l'alphabet comprend vingt-huit consonnes sans voyelles, puis elles donnent le tableau de ces lettres avec leur valeur en français. Je me rappelle encore la profonde stupéfaction que j'éprouvai en voyant pour la première fois, dans une grammaire de l'idiome algérien, le tableau des consonnes arabes dont quatre ا, ع, و, ي, avaient pour valeur *a, é, i, o, ou — a, o, ou, eu, i — o, ou — y, i, a*. Je cherchai l'explication de ce phénomène dans la suite de la grammaire et ne trouvai rien de satisfaisant.

Les deux dernières de ces lettres sont, à proprement parler, des

(1) *Grammaire persane ou principes de l'iranien moderne, par Alex. Chodzko.* — Paris, 1852.

demi-voyelles. Le *ouâou* (و) n'est autre chose que le *w anglais* que nous ne pouvons effectivement rendre que par *ou*. Le *ya* (ي) est le *j allemand*. consonne que les Latins connaissaient mais confondaient dans l'écriture avec I (1). Ces deux lettres peuvent, comme les autres consonnes, porter les signes des voyelles : وَ, وِ se lisent *oua, oui* (wa, wi angl.) ; يَ, يُ se prononcent *ya, you* (ja, ju allem.). Mais lorsque ces lettres suivent une consonne affectée du *fatha*, signe de l'*a*, elles forment diphthongue avec cet *a* : لَو se lira *laou*, et مَي *maï* (lau, mai italien ou allemand). Le *w* anglais et le *j* allemand s'emploient *exactement de la même manière : haw* (prononcez haou) est une diphthongue où *w* joue le rôle d'une voyelle, de même que *aj* est une diphthongue dans le mot allemand *Baj* (prononcez baï). Lorsque و se trouve après une consonne qui porte le *dhamma*, signe de la voyelle *ou*, il ne peut plus former diphthongue et il n'est plus qu'une *lettre de prolongation* remplissant le même office que les voyelles redoublées en allemand et en hollandais, ou que notre accent circonflexe; il en est tout à fait de même du ي après une consonne portant le *kesra*, signe de l'*i* : بُو se lira donc *boû*, et شِي *chi*. Il est à remarquer seulement qu'à la fin d'un mot terminé par ي, dont l'avant-dernière lettre est affectée du signe de l'*a*, la diphthongation ne se fait pas sentir et le *ya* est réellement muet, ce qui fait dire souvent improprement qu'il se prononce *a* : إِلَى se prononce *ila* (au lieu d'*ilaï*), comme si le ي n'existait pas (2).

D'après ce qui précède, il convient de représenter ي par *y* au commencement des syllabes (Youcef, Yaqoub, Yahia, c'est-à-dire Joseph, Jacques, Jean) et par *i* ou plus exactement *par l'accent circonflexe* sur l'*i*, quand il est lettre de prolongation (أَمِير *amîr* ou *émir*, chef, prince; دِين *dîn*, religion). Le و doit de même être transcrit par l'accent circonflexe sur *ou* quand il est lettre de prolongation (أَبُو *aboû*, père). Lorsqu'il est au commencement d'une syllabe, il a la valeur du *w* anglais, et M. Duveyrier (3), ainsi que plusieurs grammairiens, le transcrivent par cette lettre. Pour une transcription *scientifique*, ce caractère conviendrait très bien, en effet, mais pour la pratique je pense comme de Slane et Gabeau, comme M. Beaussier, que *ou* doit être préféré. Des tran-

(1) L'*y* des Anglais a également ce double caractère : après une consonne, c'est une voyelle (*by, my*); au commencement d'une syllabe, devant une voyelle, c'est une consonne (*year, you*) que nous prononçons nous-mêmes dans des mots tels que *yacht, Bayonne*.

(2) Dans ce cas, on ne marque pas les deux points sous le *ya*.

(3) H. DUVEYRIER. *Les Touareg du Nord*, Paris 1864.

scriptions telles que *Wargla* pour *Ouargla* seraient à la rigueur admissibles, mais la diphthongue anglaise *aw* pour *aou* ne convient certainement pas : *awlad* pour *aoulad* (اولاد, enfants), *Sawdi* pour *Saoudi* (سودي le noir, n. pr.), *Hawl* pour *Haoul* (هول n. pr.) ne sont réellement pas des transcriptions *françaises*. D'ailleurs, beaucoup de mots tels que *Oued, ouadi* sont entrés dans l'usage général en Algérie, et *wed, wadi* ne s'y feraient jamais accepter. De plus, l'arabe vulgaire orthographie beaucoup de mots par un و initial ne portant pas de voyelle, à la place de la diphthongue littérale او (aou). Comment transcrire ولد (ould, enfant) (1), وكيل (oukîl, procureur), وصيف (oucîf, domestique), au moyen du *w* anglais ? Je me sépare donc entièrement ici de M. Duveyrier avec lequel je suis le plus souvent d'accord, et je propose de transcrire uniformément le و arabe par *ou* (2).

Quant à l'*élif* (ا) il joue également un double rôle. Lorsqu'il est *hamzé*, c'est-à-dire affecté du signe ء que l'on appelle *hamza*, il est le *support* d'une quelconque des voyelles *a, i, ou,* suivant que le hamza est accompagné du fatha, du kesra ou du dhamma. Les voyelles ne se marquant qu'au moyen de ces trois signes placés au-dessus ou au-dessous des lettres, il fallait bien un caractère pour les porter lorsque la syllabe commence par une voyelle : c'est le rôle de l'*élif hamzé* أ ou إ (3). On peut dire que les Sémites n'ont pas admis l'existence propre et indépendante des voyelles, ce qui montre qu'ils ont fait une analyse très fine et très subtile du mécanisme de la voix humaine. On ne peut, en effet, prononcer aucune voyelle sans l'accompagner d'une articulation. L'*h* seule peut sortir du gosier humain sans qu'il s'y produise un mouvement d'articulation. Après une voyelle, on en peut faire entendre une autre sans nouvelle articulation, en les liant pour ainsi dire ensemble ; si l'on veut les séparer distinctement, il faut reproduire cette articulation. Pour se rendre compte de cette différence, il suffit de bien observer ce qui se passe quand on prononce successivement *Léonce* et *les onze*, ou bien *le néant* puis la phrase *né en Normandie*, ou mieux *j'y suis né, en Normandie*. Dans le mot *néant*, les deux voyelles se lient et ne forment pas d'hiatus, mais en disant *né en Normandie*, il se produit dans le gosier entre *né* et *en* une contraction suivie d'une explosion qui est une véritable articulation, qu'on sent bien aussi en

(1) Garcin de Tassy écrit *walad*, et ajoute qu'en Algérie « on écrit ولد *ould* ».

(2) Kazimirski est du même avis, car dans son grand *Dictionnaire arabe-français*, il donne à la lettre و le nom de *ouaou* et non de *waw*.

(3) Le hamza ne se marque d'ailleurs pas plus que les signes des voyelles dans l'usage ordinaire. Mais lorsque l'elif hamzé termine un mot, on le remplace par le hamza seul, mis en ligne avec les autres consonnes (شاء châ, vouloir).

disant *les voyelles a, é, i, o, u*. Cette articulation est précisément l'élif hamzé ou le hamza des Arabes, et c'est elle aussi que les Grecs, qui ont emprunté leur alphabet aux Sémites, ont représentée par l'*esprit doux* (') dont ils accompagnent leurs voyelles initiales. L'élif hamzé est donc bien réellement *une consonne* qui porte sa voyelle comme toute autre consonne: أَ, *a* — إِ, *i* — أُ, *ou*, comme بَ, *ba* — بِ, *bi* — بُ *bou*.

J'ai dit que l'élif avait un double rôle. Privé du hamza dans l'intérieur des mots, il n'est plus qu'un signe de prolongation pour l'*a* qui affecte la consonne précédente, jouant par rapport à cet *a* le même rôle que و et ي de prolongation par rapport aux voyelles *ou* et *i*. La syllabe بَا n'est donc autre chose que *bâ*. Comme l'élif est rarement hamz dans l'intérieur des mots, sa présence indique presque toujours l'existence d'un *a* qu'il prolonge : c'est pourquoi on l'identifie si souven fort improprement avec notre lettre *a* (1).

Les trois lettres dont il vient d'être question ا, و, ي ont été nommées *lettres faibles* à cause de leur analogie avec les trois voyelles et du fréquent remplacement de l'une par l'autre dans les flexions verbales.

Le *aïn* (2) (ع) n'est autre chose qu'un renforcement guttural du hamza, qu'on produit par une forte contraction du gosier et qui est extrêmement difficile à prononcer pour un Européen, *à moins*, a-t-on dit, *qu'on ne l'étrangle un peu*. En effet, si l'on se serre la gorge et qu'on essaie de prononcer la voyelle *a*, on fera entendre le aïn et on prononcera عَ, au lieu du simple *a* (أَ). La forme même du aïn n'est qu'un hamza agrandi. On ne peut le transcrire pratiquement, comme l'élif hamzé, que par la voyelle qu'il porte, et c'est bien à tort que Glaire (3) le représente par *h*. On ne traduira donc pas عمر (Omar) par *Homar*, عين (œil, source, ou lettre aïn) par *haïn* (4), etc. Dans les livres

(1) Les Arabes de l'Algérie ne prononcent généralement pas le hamza au milieu des mots. Le respect religieux a pourtant sauvé le hamza dans le mot *Koran* qu'on prononce *Qor-'ân* et non *Qo-rân*. Cette tendance à négliger le hamza est d'ailleurs toute naturelle, et dans la conversation rapide on prononce *ne en* a peu près comme *néant*. Cela est si vrai que beaucoup de personne en France ne savent pas bien ce que c'est que *l'hiatus* et s'étonnent de la sévérité des règles de notre versification à cet égard. « Pourquoi, disent-elles, ne peut-on écrire *tu es* puisqu'on dit *tué* : l'un n'est pas plus dur que l'autre. » La différence est le *hamza* ou *esprit doux* qui sépare les deux voyelles dans le premier cas et qu'on ne peut s'empêcher de faire sentir en prononçant bien comme lorsqu'on parle en public.

(2) Je dis *le aïn* et non *l'aïn*, parce que, si l'usage français de l'apostrophe supprime le hamza des voyelles initiales, il me paraît difficile de ne pas tenir compte de la forte contraction qui commence le mot *aïn*. Nous admettons un hiatus du même genre quand nous disons *le onze* du mois.

(3) *Principes de grammaire arabe*, par J.-B. GLAIRE. Paris, 1861.

(4) Dans le mot *horde* qui vient du turk *ordou* (اوردو, camp), c'est un simple hamza qui a été remplacé par une *h* aspirée.

didactiques, les uns ont représenté le aïn soit par l'esprit doux ou une apostrophe (1), soit par l'esprit rude (') (2); d'autres l'ont marqué par un double accent (a", eu", o") (3); d'autres encore, par un accent circonflexe (â, ê, î, ô) (4), ce qui n'est pas judicieux, car il n'est pas naturel de détourner cet accent de sa signification ordinaire de *signe d'allongement*.

VIII. — *Les emphatiques, les dentales et le ha.*

Parmi les onze lettres qu'il me reste à examiner, cinq sont dites *emphatiques*, parce qu'elles se prononcent en effet avec une certaine emphase, comme cela nous arrive accidentellement pour certaines de nos lettres dans le débit oratoire ou dans le chant. Ce sont les lettres : ص, emphatique du س (s); ض, emphatique du د (d); ط, emphatique du ت (t); ظ, emphatique du ذ (ð grec); et ق, emphatique du ك (k).

Le *çad* (ص) est une *s* très dure comme l'*s* espagnole. Les grammairiens qui ont voulu le distinguer du *sin* (س, s ordinaire), l'ont rendu par *ç*, *ṣ*, *s'*. Dans la pratique, la plupart des auteurs (Garcin de Tassy, de Slane et Gabeau, Beaussier, etc.), le transcrivent de la même manière que le *sin*. Mais notre *c*, muni d'une cédille devant *a*, *o*, *u*, semble avoir un degré de dureté de plus que l'*s*, et convient parfaitement pour représenter le *çad* et le distinguer tout naturellement du *sin*, si l'on adopte la proposition faite plus haut (§ VI, 3°) de rendre *toujours* cette dernière lettre par *s*.

Les Arabes ont tout particulièrement développé le système des dentales dont ils ont marqué beaucoup de nuances. Leur alphabet renferme le د (d), le ت (t un peu adouci), le ذ (ð grec ou *th* anglais doux), le ث (θ grec ou *th* anglais rude), et trois lettres ض, ط et ظ, qui sont les emphatiques de د (d), ت (t) et ذ (ð). Il est vrai que les Arabes modernes, ceux de l'Algérie notamment, ont beaucoup perdu de la sensibilité d'oreille de leurs ancêtres ; ils ne connaissent plus toutes ces nuances, et

(1) Bresnier (*Principes élémentaires de la langue arabe*. Alger, Paris, 1867). — Pihan (*Éléments de la langue algérienne*, etc. déjà cité). — H. Duveyrier (*Les Touareg du Nord*, déjà cité).

(2) Pihan (*Dictionnaire étymologique des mots de la langue française dérivés de l'arabe, du persan ou du turk*. Paris, 1866). — Aug. Cherbonneau (*Dictionnaire français-arabe pour la conversation en Algérie*. Paris, 1872).

(3) Bellemare (*Grammaire arabe à l'usage de l'armée et des employés civils de l'Algérie*, 3e édit. Alger, Paris, 1865).

(4) Hélot (*Dictionnaire de poche français-arabe et arabe-français à l'usage des militaires, des voyageurs et des négociants en Afrique*. Alger). — Delaporte (*Guide de la conversation française-arabe ou dialogues*. Alger, 1846).

quelques-unes des lettres ci-dessus ne sont plus qu'une affaire d'orthographe. Le ذ (ð) est généralement prononcé comme le د (d), quelquefois comme *dz* ou *z* : on dit *Drâa-el-Mizân* (ذراع الميزان), comme si le nom de cette localité commençait par د et non par ذ. Le ث (θ), qui a conservé sa valeur en Orient, est rarement bien prononcé en Algérie où on lui donne souvent la valeur de *t* au milieu des mots, et de *ts* ou *s* à la fin. Le *dhad* (ض) et le *dha* (ظ), emphatiques de د et ذ, sont *complètement* identifiés en Algérie, et sont peu distincts de ذ.

Comment convient-il de transcrire pratiquement ces lettres? Tout le monde rend le ت par notre *t*; son emphatique ط se transcrit tantôt par *t*, tantôt par *th* (ou *t'*, *ṭ* dans les livres didactiques). Le symbole *th* est à rejeter, ou plutôt à réserver pour rendre le ث. Je propose donc, d'accord avec M. Duveyrier, avec de Slane et Gabeau (et pour cette fois aussi avec Garcin de Tassy), de rendre le ت et le ط indifféremment par *t* (1). Je traiterai plus loin de la forme particulière et du rôle du *t final* (ة) dit *Ta marbouta* (voy. § X).

Le ث doit être rendu par *th*. La plupart des grammairiens de l'arabe algérien le rendent par *ts* qui représente effectivement la prononciation vicieuse des Arabes moghrébins (2); mais, dans tout l'Orient, cette

(1) Ceux qui ont voulu distinguer ces deux lettres arabes ont toujours et universellement rendu le ت par *t*, et désigné le ط par une modification de cette lettre, telle que *th*, *t'*, *ṭ*. C'est pourtant là, *bien certainement*, une erreur : c'est le ط qui repond à notre *t*, et c'est le ت qui aurait dû être distingué comme un *adoucissement* du *t*. Le ت se prononce avec beaucoup moins de force que le *t* européen, et en Algérie il sonne même parfois comme *ts*. Nos auteurs se sont laissé influencer par les grammairiens arabes qui disent que le ط est un ت *emphatique*. Emphatique *pour eux*, mais non pour nous. Pour justifier cette opinion, un peu neuve peut-être, il me suffira de faire remarquer que les Arabes, tant anciens que modernes, ont *partout* et *toujours* transcrit le *t* européen par ط et non par ت : Πλάτων est devenu افلاطون (Aflâtoun ou Flâtoun); στόλος, اصطول (Astoûl); la Palestine فلسطين (Filastîn); Constantine قسنطينة (Qosentina), et quand les Arabes algériens transcrivent des mots européens tels que طابلة (*tabla*, table), بطاطة (*batâta*, patate, c'est-à-dire pomme de terre), quelques-uns d'une façon fort barbare comme ميليطير (milîtîr) pour *militaire*, نطير (notîr) pour *notaire*, c'est encore par ط et non par ت qu'ils rendent notre *t*. C'est une raison de plus pour ne pas transcrire le ط autrement que par *t*. Les Malais, dont la langue s'écrit avec les caractères arabes, se servent aussi du ط préférablement au ت pour rendre le *t* des mots européens tels que كرطس (*kartas*, papier), طمبور (*tamboûr*, tambour), etc.

Richebé (savant professeur d'arabe, malheureusement mort fort jeune à Alger) qui a le premier attiré mon attention sur le fait indéniable dont il vient d'être question, pensait qu'il en est de même des lettres س et ص; cette dernière, emphatique de la première pour les Arabes, serait d'après lui équivalente à l'*s* des langues européennes dont le س serait un adoucissement. Cela me paraît contestable, et n'est, en tout cas, pas aussi constant que pour ت et ط; les Arabes rendent les *s* europeennes, tantôt par س, tantôt par ص; et, de fait, il y a bien plus de nuances de force entre les *s* des diverses langues de l'Europe qu'entre leurs *t*.

(2) On appelle *Maghreb* (المغرب l'occident), tout le nord de l'Afrique, situé à l'occident de l'Arabie, et *Maghrébins* ou *Moghrébins* les habitants de tous les États barbaresques.

lettre a conservé la valeur du θ grec que nous transcrivons logiquement par *th*. En anglais, *th* a la même valeur quand il a la prononciation rude (*thus*, *think*). Je pense donc, avec M. Duveyrier, qu'il faut transcrire le ث par *th*, et écrire *thénia* (col) et non *ténia* ou *tsénia*.

Le ذ est ordinairement représenté par *d* ou *dz*. C'est l'aspirée du *d* (le δ grec) qu'il est naturel de figurer par *dh*, de même qu'on représente par *th* l'aspirée du *t*. On peut figurer de la même manière son emphatique ظ. Quant au ض, emphatique du *d*, il n'est pas rationnel de lui donner le signe de l'aspiration. Mais cette lettre ne diffère *aucunement*, en Algérie du moins, du ظ, et la plupart des grammairiens adoptent le même symbole pour ces deux lettres et même pour ذ. De Slane et Gabeau rendent simplement les trois lettres dont il est question par *d*, comme le د, parce qu'ils admettent qu'en Algérie ذ est identique à د, et que les emphatiques de ces deux lettres n'en peuvent pas être pratiquement distinguées. M. Duveyrier transcrit les trois lettres ذ, ظ et ض par *dh*, et je me range à son avis, bien qu'à regret pour ض et faute de mieux (1). On écrira donc *dhaya* (ضاية, grande flaque d'eau), *dhoh'r* (ظهر heure de midi), *dhib* (ذيب loup, chacal).

La dernière des cinq lettres qu'on appelle emphatiques est le *qaf* ou *qof* (ق — en Algérie ڤ). C'est un *k* très guttural qui doit être formé plus avant dans la gorge que le *k*, au même point que le *g* dur. Quand, imitant le cri des poules, nous disons qu'elles font *gâ-gâ*, cela n'est pas très exact; elles font en réalité *qâ-qâ* avec le qof sémitique (2). — On pourrait sans grand inconvénient transcrire le ك et le ق indistinctement par *k*, comme l'ont fait De Slane et Gabeau, mais rien n'empêche de profiter de ce que notre alphabet possède le *k* et le *q*, pour distinguer les deux lettres arabes, *au moins par l'écriture*, à l'exemple de beaucoup de grammairiens et de M. Duveyrier (3). Il est vrai que le *q* étant, en français comme en latin, toujours suivi de *u*, des mots tels

(1) Les Turks et les Persans qui ne connaissent pas l'articulation du δ grec mais qui ont néanmoins conservé les lettres ذ, ظ et ض dans leur alphabet, leur attribuent à toutes trois *une seule et même valeur*, celle du *z* français.

(2) Si les poules peuvent nous apprendre à bien prononcer le *qof*, les oies irritées nous font très bien entendre le sifflement du θ grec ou *th* rude anglais, et le bêlement du mouton n'est pas sans analogie avec l'articulation du aïn, ainsi que l'ont fait remarquer Vignard et Martin, auteurs d'un *Choix de fables tirées de La Fontaine et écrites en arabe vulgaire* (Constantine, 1854).

(3) Lorsque les Grecs ont emprunté leur alphabet aux Phéniciens, ils ont d'abord admis le *kaf* et le *qof* sous la forme du *kappa* (κ) et du *koppa* (Ϙ), mais bientôt, ne distinguant pas ces deux lettres dans la prononciation, ils ont supprimé la seconde, la conservant seulement dans leur système de numération où elle représentait le nombre 90. Les Latins, qui ne distinguaient pas davantage les deux articulations du kaf et du qof sémitiques, ont au contraire adopté le qof sous la forme du *q*, et ce n'est que plus tard qu'ils ont admis le *k* grec dans leur alphabet. C'est ainsi que les deux lettres sémitiques sont arrivées jusqu'à nous et se retrouvent dans notre alphabet, quoique dans notre système phonique les lettres *k* et *q* ne représentent qu'une seule et même articulation, celle du kaf (k).

que *El qantara*, *saqia*, *fondouq* ont pour nous une forme insolite (1). C'est sans doute pour cette raison que Garcin de Tassy transcrit le ق par *c* à la fin des syllabes et devant *a*, *o*, *u*, et par *qu* devant *e*, *i*. Le général Daumas a inventé la singulière transcription *ku* pour ق : il écrit *kuesob* (flûte), *kuebila* (tribu), *kueseur* (château) pour *qçob*, *q'bila*, *qçar* ou *qaçr*. Mieux vaudrait assurément adopter *qu* comme Hélot, qui écrit *quadi*, *quaïd*, etc. Une autre singularité qui mérite d'être relevée, c'est que dans sa grammaire de l'arabe littéral (ou classique), Glaire représente ق par *k*, et ك, qui est universellement reconnu comme l'équivalent de *k*, par *q* ou *c*. Tout cela est bien peu rationnel, et je pense qu'il convient de représenter les deux lettres arabes dont je m'occupe par *k* et *q*, sans toutefois repousser absolument le système qui consiste à les rendre toutes deux par *k* (2). Il est bien entendu d'ailleurs que ce que j'ai dit à propos de la transcription vicieuse du ك (k) par *ck* s'applique également au ق (q), et qu'il est bien fautif d'écrire *fondouck* (فندق), (fondouq, marché couvert), ou même *Sadicq-Pacha* (par *cq*).

Le *g* dur, qui est l'adoucissement du qof, n'existe plus dans l'alphabet des Arabes qui ont laissé le ج s'amollir en *dj* (3). Cette articulation est pourtant fréquente en Algérie (*goum*, rassemblement; *gourbi*, hutte en branchages; *gandoura*, chemise longue; *gazzân*, diseur de bonne aventure; *Ben-Gana*, n. pr. etc.) (4). Aussi a-t-on inventé dans le Maghreb la lettre ڭ pour désigner notre *g* dur, ou bien on y emploie la lettre persane گ qui a la même signification. Ces lettres seront naturellement rendues par *g* devant *a*, *o*, *ou*, et par *gu* devant *e*, *i*, et l'on écrira de même les noms propres du Sud de l'Algérie tels que *El-Goléa*, quand même on les verrait écrits, comme il arrive souvent, par le qof ق au lieu du ڭ peu usité.

Puisque je viens de passer en revue les lettres dites emphatiques, je rattacherai à ce paragraphe le *ha* (ح) qui pourrait être considéré comme

(1) Au XVIe siècle, beaucoup de bons esprits (Meigret et Jean le Pelletier, Ramus et Antoine le Baïf, Et. Pasquier et d'Aubigne...) avaient essayé de remplacer, dans le français, *qu* par un simple *q* chaque fois que l'*u* ne doit pas se faire entendre : ils écrivaient *qoy*, *qelqefois*, *qatre*. Cette réforme n'a pas prévalu dans notre langue, mais on pourrait bien admettre ce *q* non suivi de *u* pour rendre le ق de l'alphabet arabe.

(2) Beaucoup de mots arabes, très usuels en Algérie et presque naturalisés français ont une orthographe consacrée par l'usage. Tels sont les mots *caïd* ou *kaïd*, *cadhi*, *Coran* ou *Koran* *casba* ou *kasba*, ainsi que le nom d'*Abd-el-Kader*. Ce serait faire acte de pédantisme que de vouloir réformer ces orthographes consacrées et d'écrire *qaïd*, *qâdhi*, *Qorân*, *qaçba*, *Abd-el-Qâdr*, ou même *Q'baïl* pour *Kabiles*. Les règles de transcription que je propose ne s'appliquent pas à ces cas, mais à la reproduction de mots arabes *non francisés par l'usage*, et surtout à des noms propres d'hommes ou de lieux.

(3) Voyez à la lettre *djim* § VI, 8°.

(4) Les Bédouins du Sud notamment ont une grande tendance à adoucir le ق en *g* dur et à prononcer *guebli* pour *qabli* méridional, *sâguia* pour *sâqia* canal d'irrigation, *azreg* pour *azreq* bleu d'azur, etc. C'est une espèce de provincialisme.

l'emphatique du *hé* (ه). C'est une *h très fortement aspirée*, même à la fin des syllabes (أحمد, A*h*med, n. pr.; فلاح, fella*h*, laboureur (1). Certains grammairiens l'ont représentée par *hh* ou *h*, ce qui n'est pas à adopter dans la pratique. Mais moins encore que pour le ه (h), convient-il de considérer l'*h* provenant de la transcription du ح comme muette, ou même de la supprimer comme on le fait parfois. On n'écrira donc pas *l'hammam* (حمّام, bain maure); ou *amar* pour *hamâr* (حمار âne) ou pour *ahmar* (أحمر, rouge). Le capitaine Villot citant les rites orthodoxes de l'islamisme les nomme : *le chafeïte*, *le malekite*, *l'hanefite* et *le hanbalite ;* or ces deux derniers mots commencent l'un et l'autre par un ح et il n'y avait aucune raison de supposer l'une de ces *h* muette. Le mot *alfa* (plante textile) est aujourd'hui à peu près consacré par l'usage : on a d'abord écrit *l'halfa*, puis *l'alfa* , et cela est regrettable car le mot arabe (حلفة) commence par un ح (h fortement aspirée (2).

IX. — *Le kha et le ghaïn.*

Le *kha* خ est une très rude aspiration du *k*, ressemblant au χ grec, au *ch* allemand après *a*, *o*, *u*, et surtout à la *jota* espagnole (j). Cette lettre a subi les transcriptions les plus curieuses et les plus variées (k, ck, kh, ckh, kr, khr, cr, qr) (3), ainsi que j'ai déjà eu occasion de le dire à propos du mot *cheikh* (§ III).

Les orientalistes de toute nationalité représentent généralement le خ par *kh*, et cela avec raison puisqu'il s'agit d'une aspiration du *k* (quoique plus rude et plus ronflante que le χ grec et le *ch* allemand). Mais

(1) Les Arabes font entendre très distinctement l'*h* finale, que ce soit un ه comme dans *Allah* ou un ح comme dans *fellah*. Aussi, les Grecs de l'Asie-Mineure qui n'ont pas d'*h* dans leur alphabet, rendent-ils souvent l'*h* finale par χ dépassant ainsi le but (Ἀχμηδ, Ἀλλὰχ).

(2) Entraîné sans doute par un souvenir classique, le capitaine Villot écrit même, fort incorrectement, *alpha* (Cf. § VI, 1°.)

(3) La transcription *maghzen* pour مخزن (makhzen) que j'ai trouvée dans le *Bulletin général du gouvernement de l'Algérie* ne peut provenir que d'une erreur d'orthographe dans le mot arabe lui-même, car personne n'a jamais songé à transcrire le *kha* par *gh*.

Le capitaine d'état-major *Parisot* confond de même le *kha* avec le *ghaïn* quand il écrit *sebgha* pour *sebkha* (سبخة lac salé), dans une remarquable étude sur la région saharienne comprise entre Ouargla et El-Goléa (Bulletin de la Société de géographie de Paris — février 1880). Cela est d'autant plus étonnant que les transcriptions qu'on trouve dans ce travail sont généralement fort rationnelles et temoignent d'une recherche d'exactitude bien rare chez les nombreux écrivains qui se sont occupés de notre colonie algérienne.

quelques grammairiens et la plupart des écrivains sur l'Algérie ont introduit un *r* dans le symbole qu'ils adoptent. Pihan écrit *cr*, Hélot *kh* et *khr*, Richard (1) *kr*, Esterhazy *qr*. Le général Daumas écrit, dans le système éclectique qui lui est propre — si toutefois on peut appeler ce désordre un système, — *khëima*, *kréima* et *khréima* (خيمة tente), *kheil* et *kreil* (خيل, chevaux), etc. De Slane et Gabeau ont adopté *kr*, préférablement à *kh*, disent-ils, parce que la plupart des Français ignorant la vraie valeur de ce symbole de convention le prononcent comme un simple *k* qui rend moins bien la lettre arabe que *kr*. Ils ajoutent qu'en Algérie, « les colons qui appellent le pain *krobz* et un fermier *krammas* » se font entendre des Arabes, tandis que s'ils disaient *kobz*, *kammas* » on ne les comprendrait pas ». On pourrait dire qu'inversement un Français qui prononcerait *chëik* serait mieux compris qu'en disant *chikr*. Quelle que soit la représentation du خ, en prononçant à la française les lettres qui la composent, on ne rendra jamais l'articulation arabe. Mieux vaut certainement une transcription telle que *kh* dont la lettre muette indique que c'est un simple symbole pour rendre une articulation qui nous manque, qu'une combinaison de lettres qui défigure les mots comme le font les transcriptions *chikr*, *kralifa*, *krer-ed-din*, etc. Les Allemands dont le *ch* équivaut au χ grec, l'emploient quelquefois pour rendre le خ arabe, mais comme ce *ch* s'adoucit beaucoup après *e* et *i* et rend, pour cette raison, fort mal l'articulation rude de la lettre arabe dans des transcriptions telles que *scheich*, ils adoptent fort souvent le *kh* des orientalistes, — lequel, pour eux comme pour nous, n'est qu'un *symbole*, — mais ils n'auraient certes jamais l'idée d'écrire *scheikr*. Je pense donc que le mieux est de se conformer à l'usage général des orientalistes français et étrangers en représentant le خ par *kh* (2).

(1) CH. RICHARD. *Etude sur l'insurrection du Dhara*. Alger, 1846. — *Les mystères du peuple arabe*. Paris, 1860.

(2) C'est aussi l'avis de Bresnier, Cherbonneau, Duveyrier et Beaussier.

Quelle que soit d'ailleurs la transcription adoptée, il peut en résulter une incertitude sur l'orthographe arabe, car on trouve dans cette langue des mots où le *k* est suivi d'une *h* et encore plus fréquemment d'une *r*. C'est ainsi que les mots *meukhala* (مكحلة fusil), *akhal* (اكحل noir) doivent être prononcés *meuk-hala*, *ak-hal* (avec *h* aspirée) et non *meu-khala*, *a-khal* (avec *kha*). Il en est de même de l'agrégation *th* pouvant représenter le ث (*th* anglais) ou un *t* suivi d'une *h*, comme dans le mot *fatha* (voy. note 1 au bas de la page 1084). C'est là un inconvénient inévitable chaque fois que, dans une langue quelconque, on est obligé de représenter une articulation simple par deux ou trois lettres. Dans les mots allemands *Röschen* (petite rose), *Lieschen* (Lisette), *sch* ne représente pas comme habituellement notre *ch* : ces mots doivent se décomposer en *Rös-chen*, *Lies-chen*. Il y a de même, en anglais, des mots où les lettres *th* ne représentent pas l'articulation simple du θ ou du δ grecs, mais appartiennent à deux syllabes différentes et gardent chacune leur valeur alphabétique, par exemple dans *Speathead* (rade de Southampton), *nuthook* (crochet) qui doivent se prononcer Speat-head, nut-hook, et non Spea-thead, nu-thook. On peut en dire autant de *ph* ayant ordinairement la valeur de *f* en allemand et en anglais, mais qu'il faut parfois décomposer en *p-h* : *Plumpheit*, lourdeur (all.), *shepherd*, berger (angl.) — Je ferai remarquer, en passant, que la représentation des lettres arabes, ش,

Le *ghaïn* (غ) (1) est en quelque sorte un adoucissement du خ et présente la même difficulté de transcription. Cette articulation est inconnue aux langues de l'Europe : elle ressemble le plus au γ des Grecs modernes devant *a*, *o*, et au *g* allemand du mot *Wagen* (tel que le prononcent ceux qui ne font pas le *g* dur dans tous les cas, comme cela a souvent lieu en Autriche et surtout en Bohême). Le *ghaïn* est au *g* allemand de *Wagen* ce que le *kha* est au *ch* allemand de *Bach*, c'est-à-dire une articulation de même nature mais plus ronflante. On l'a souvent comparé assez justement à un *r fortement grasséyé*. Les orientalistes et tous ceux qui représentent le خ par *kh* transcrivent très logiquement le غ par *gh* ; mais Garcin de Tassy qui admet le premier de ces symboles, rend le *ghaïn* par un simple *g* devant *a*, *o*, *u*, et par *gu* devant *e*, *i*. Quant aux écrivains sur l'Algérie (didactiques ou autres), leurs transcriptions présentent les mêmes variétés que pour le *kha* : ils écrivent *g*, *gh*, *gr*, *ghr*, *rh*, *r*, (et *r'* ou *ṛ*). Le mot غازية (ghâziya, incursion) est rendu par *razia*, *grazia* et *ghrazia* ; le général Daumas écrit indifféremment *garbi*, *gharbi* et *ghrarbi* (غربي occidental) et, par un simple *r*, *Radamès* (pour Ghadâmès) ; on trouve *aga*, *agha*, *agra* et *ara* (اغا Le capitaine Villot écrit *Koulourli* (كولوغلي Kouloughli, fils de Turk et de Mauresque), ce qui est d'autant moins justifiable que le mot est turk, et que chez les Turks comme chez les Persans, le ghaïn se prononce fréquemment comme notre *g* dur, jamais comme *r* (2). Le même auteur rend aussi le ghaïn par *g* et *gh* car il écrit *les Mograbins*, *Ghat*, *Ghadamès*. De Slane et Gabeau disent : « Le raïn غ se rend par *r* et, exceptionnellement par *gh*. Dans tous les pays musulmans, depuis Baghdad jusqu'à Tanger, le *raïn* se prononce comme notre *r* grasséyé. Dans certaines localités du sud de l'Algérie, cette lettre prend le son du *gh* (3) ; c'est ainsi qu'on le représentera lorsque les documents fournis en indiqueront la nécessité. » Ils écrivent, en conséquence, *El-Arouat* (الاغواط, El-Aghouat, vulgairement Laghouat), *Reram* (غرام, Gherâm, n. pr.), *rezala* (غزالة, ghezâla, gazelle), *rarbi* (غربي, gharbi, occidental) et par inconséquence, *gueraba*, pluriel de leur *rarbi*, qui commence par la même lettre. Ils admettent *agha* « transcription consacrée par l'usage, » quoi-

ج et غ par *ch*, *dj* et *gh* ne peut donner lieu à aucune équivoque, car *c*, *j* et *g* seuls ne répondent à aucune lettre de l'alphabet arabe.

(1) Souvent on appelle aussi cette lettre le *rhaïn*. Kazimirski, dans son excellent *Dictionnaire arabe-français* (Paris, 1860), lui donne les deux noms.

(2) En malais, le *ghaïn* a *toujours* la valeur du *g* dur.

(3) Qu'est-ce que *le son du gh* pour un Français ?

que « les indigènes prononcent ce mot *ara* (1).» Beaussier dit, assez singulièrement, « le غ est, dans beaucoup de cas (2), rendu exactement par l'*r*, car il n'est en réalité, qu'un *r grasséyé* ». Le *ghaïn* étant un *r grasséyé* (très fortement grasséyé même) ne devrait pas être confondu avec l'*r* ordinaire, et mieux vaudrait adopter le symbole de convention *rh* que de ne pas distinguer du tout deux articulations aussi différentes que *r* et غ. M. Duveyrier écrit *gh* ou *rh* (*Ghadâmès*, ville du Sahara; *rhedir*, flaque d'eau), *suivant le besoin*, dit-il Il est de fait que la prononciation du ghaïn est assez variable en Algérie et qu'elle tient tantôt un peu plus de l'*r*, tantôt un peu plus du *g*. Mais il serait bien difficile de fixer la limite de telle ou telle prononciation et, suivant l'oreille, l'Européen entendra *g* ou *r*. Ainsi, la ville que M. Duveyrier — qui admet pourtant le symbole rh *quand il en est besoin* — appelle *Ghadâmès*, est souvent désignée par *Rhadamès*, *Radamès* ou *Rdamès*. C'est pourquoi je pense qu'il convient d'adopter un symbole unique pour rendre le غ et de le transcrire, à l'exemple des orientalistes, invariablement par *gh*. A l'appui de cette opinion, je ferai remarquer encore que *jamais* les Arabes ne prononcent le ghaïn comme une simple *r*, tandis que dans un certain nombre de localités, dans les Zibân par exemple, cette lettre prend *exactement* la valeur de notre *g* dur. En prononçant *aga* on fait donc un provincialisme *arabe*, on prononce *comme certains Arabes*, tandis qu'aucun Arabe n'a jamais dit *ara*.

X. — *Le ta marbouta* (T lié ou fermé).

Il me reste à parler d'une dernière lettre qui n'est pas comprise dans l'alphabet parce qu'elle n'est qu'une forme particulière du ت (t), dont la queue, au lieu de s'étendre à gauche, revient sur elle-même de manière à former une boucle, ce qui le fait entièrement ressembler au *hé* isolé ou final (ه, ـه), dont il ne diffère que par les deux points qui le surmontent. Ce *t* (ة) que les Arabes nomment *Ta marbouta* (*t* lié) ne s'emploie qu'à la fin des mots : il est ordinairement la marque du féminin et la consonne qui le précède est toujours affectée du *fatha* (voyelle *a*, *è*). Ce *t* est d'ailleurs *complétement muet*, à moins que le mot

(1) Les indigènes ne prononcent jamais *ara*, et je suis persuadé que *aga*, tout aussi peu exact d'ailleurs, serait *au moins* aussi bien compris que *ara*. Les Turks prononcent *aga*. — De même *yatagân* (pour yataghân) serait mieux compris d'un Arabe que *yatarân*.

(2) Oui, *dans le cas* des personnes qui ont le défaut de grasseyer.

qu'il termine ne soit suivi d'un déterminatif (1). On dit *Blida* بليدة sans faire entendre le *t* (ة) qui termine le nom de cette ville, mais *Blidat-el-djedida* (Blida-la-Jeune) ; *koudia* (colline) et *Koudiat-Ati* (nom d'une colline près de Constantine) ; *thénia* (col) et *Théniet-el-had* (col du Dimanche, c'est-à-dire où le marché se tient le dimanche). Le ta marbouta est donc tout à fait analogue au *t final* des mots français *soldat, magistrat*, qu'on ne prononce que lorsque le mot qu'il termine est suivi d'un déterminatif (2) commençant par une voyelle : *soldat agile, magistrat intègre*. Seulement les Arabes ont la précaution de distinguer par la forme de l'écriture le *t muet* (ة) de celui qu'ils prononcent toujours (ت). Cela est fort simple. Eh bien ! le *ta marbouta* est presque toujours transcrit en français par une *h* : Blidah, Milianah, Médéah Habibah ou Aïchah (n. pr. de femme) ; la smalah d'Abd-el-Kader, la casbah d'Alger, la porte Fatimah à Bougie, le djebel (mont) Khalifah, le Mansourah (mont près Constantine), le Gourayah (mont près Bougie), le théniah de Mouzaïa, etc., etc. C'est là une erreur qui était très générale au début de notre conquête de l'Algérie et qui persiste encore trop souvent malgré bien des efforts faits déjà pour rectifier une orthographe aussi fautive (3). Nous devons supprimer complètement le ة lorsqu'il est muet en arabe et le rendre par *t* quand la présence d'un déterminatif veut qu'il soit prononcé. Nous écrirons donc *Blida*, *Médéa*, mais *théniet-el-had*, *Koudiat-Ati*, etc. (4).

La transcription du ة par *h* est une de ces erreurs que je disais, en commençant, provenir de la connaissance superficielle de la langue arabe. Les indigènes prononçant *Blida*, *Médéa*, il n'y aurait eu aucune raison d'écrire *Blidah*, *Médéah*, si l'on n'avait entendu ces mots que de

(1) De Slane et Gabeau disent : « à la fin des mots, le *ta marbouta* ou *t* fermé se prononce *a* et doit se représenter par cette lettre, mais si ce mot est suivi d'un autre qui commence par une voyelle, le *ta marbouta* reprend sa valeur réelle, se prononce *at* et doit s'écrire ainsi. » C'est là une manière fort impropre de s'exprimer. Le ta marbouta étant une consonne, ne peut pas se prononcer *a* ou *at*. Il est *muet* ou se prononce *t* : l'*a* accompagne la consonne précédente. Il n'est pas exact non plus de dire que le *t* se fait entendre quand le mot suivant commence par une voyelle : il faut que ce mot soit un déterminatif du précédent, et il peut ne pas commencer par l'article *el* : on dit *théniet-bou-Saïd, koudiat-Zouïla, chabet-Debouba, dhayet-Khiaber, garet-bel-Mouïssa*, etc.

(2) Je dis *un déterminatif* et non pas *un mot* commençant par une voyelle, car le *t* final ne se prononce pas quand on dit : *ce soldat est agile, ce magistrat est intègre.*

(3) Cette *h* remplaçant le ة est d'autant plus fâcheuse que bien des mots arabes se terminent réellement par *h* (ه ou ح), par exemple, *Allah, fellah*, et qu'on supprime parfois cette *h* nécessaire et toujours aspirée, croyant corriger la transcription fautive du ta marbouta. C'est ce qui est arrivé à l'auteur d'un article récent de la *Revue géographique internationale*, quand il a écrit *Aïn-Sala* en supprimant le ح de صلاح (çalah).

(4) « *Les préceptes de la sunnet* » (Journal asiatique) sont une transcription trop rigoureuse, lettre par lettre. Le *t* représente un ta marbouta muet : il fallait écrire *la sounna* (Recueil des lois traditionnelles des Musulmans). — Dans le mot *minaret*, dont l'orthographe est consacrée depuis longtemps, nous avons conservé et l'orthographe et la prononciation orientales.

leur bouche, mais en les voyant écrits on a confondu le *ta marbouta* avec le *hé*, ة avec ه. Cette erreur était d'autant plus facile à commettre que fort souvent les Arabes omettent de marquer les deux points qui surmontent le ta marbouta. J'ajouterai que les Persans et les Turks, dans beaucoup de mots pris à l'arabe, ont réellement remplacé le *ta marbouta* (qu'ils n'emploient pas) par un *hé muet;* la terminaison en *ah* ou *eh* pour des mots d'origine arabe peut donc être exacte dans certaines contrées orientales, et ce fait a pu contribuer aussi à induire en erreur quelques transcripteurs.

Je vais rendre compte d'une autre erreur provenant d'une demi connaissance de la langue arabe.

XI. — *Les lettres solaires et lunaires.*

L'article arabe, quoique s'écrivant toujours ال, ne se prononce pas invariablement *al* ou *el*. Devant quatorze des vingt-huit consonnes de l'alphabet, la lettre *l* de l'article s'assimile à la lettre suivante, de sorte que الشمس (le soleil) ne se prononce pas *el-chems*, mais *ech-chems*, de même que خير الدين ne se lit pas *Khéir-el-din*, mais *Khéir-ed-din* et que عبد الرحمان se prononce *Abd-er-Rahmân* et non *Abd-el-Rahmân* (1). On doit avoir égard à cette altération euphonique de l'article dans les transcriptions françaises, mais pour cela il faut savoir les lettres qui l'exigent.

Les grammairiens arabes ont partagé leurs lettres en deux groupes : les lettres *solaires* et les lettres *lunaires* (2). Les premières comprennent les quatorze consonnes suivantes :

Les *dentales :* ت et ط (t), ث (th), د (d), ذ, ظ et ض (dh) ;

Les *sifflantes* et les *chuintantes* : ز (z), س (s), ش (ch) et ص (ç) ;

Les *liquides :* ر (r), ل (l) et ن (n).

Les lunaires comprennent les quatorze autres consonnes, savoir :

Les *faucales* et les *gutturales :* ا (élif) et ع (aïn), ح et ه (h), خ (kh), غ (gh), ق (q) et ك (k) ;

Les *labiales :* ب (b), ف (f), م (m) et و (w anglais) ;

Les *palatales :* ج (dj) et ي (j allemand).

(1) Je fais remarquer en passant que dans l'écriture l'article ال se joint toujours au mot suivant comme s'il en faisait partie intégrante.

(2) Ces dénominations viennent de ce que le mot *soleil* (chems) commence par une des lettres de la première catégorie et le mot *lune* (قمر q'mar) par une lettre de la seconde catégorie.

Pour que le ل de l'article s'assimile à la consonne suivante, il faut que celle-ci soit une lettre solaire. La règle est simple, et il est assez facile de retenir quelles sont les lettres solaires. On commet pourtant beaucoup d'erreurs à cet égard. Les uns transcrivent toujours l'article par *al* ou *el* (même systématiquement), et écrivent Abd-el-Rahmân, Haroun-al-Rachîd, quoiqu'on ne prononce pas ainsi ; d'autres se trompent et font l'assimilation pour une lettre lunaire, ce qui est un barbarisme. Le général Hanoteau, le savant auteur de la grammaire de la langue *tamacheq* (idiome berbère), a lui-même écrit Abd-el-Kader-*ed*-Djilani (1), comme si le *djim* était une lettre solaire, ou comme si le mot *Djilani* commençait par un *d* (lettre solaire) et non par un ج (lettre lunaire). M. Largeau, explorateur du Sahara, fait exactement la même faute quand il écrit *hassi-ed-djemel*, au lieu de *hâsi-el-djemel* (puits du Chameau). J'ai relevé quelque part la transcription *Abd-er-Haman*, où l'article devient *er* devant une *h* ! L'auteur de cette singulière règle d'euphonie avait entendu qu'on disait Abd-*er*-Rahmân, mais il ne connaissait évidemment pas la cause de la transformation de l'article en *er*.

XII. — *Les voyelles.*

Il me reste à dire quelques mots de la transcription des voyelles.

Dans l'origine, les Sémites n'ont pas, comme les Aryas, poussé l'analyse du langage jusqu'à la conception de la consonne abstraite dépourvue de voyelle. Toute consonne représentait, à proprement parler, une syllabe, ou, en d'autres termes, elle portait toujours sa voyelle avec elle. Le ب (b), par exemple, était accompagné de l'un des signes de *voyelle brève* dont j'ai déjà parlé (بَ ba, بِ bi, بُ bou) ou, à la fin des mots, du *tanouïn*, signe de voyelle suivie de *n* (بً ban, بٍ bin, بٌ boun). La consonne peut pourtant aussi être *précédée* et non suivie de voyelle, et, dans ce cas, on la marque d'un *sokoûn* (ْ) ou signe de repos (أَبْ, ab) : le mot ظُلْمَة (dholma, obscurité), par exemple, porte un sokoûn sur l'*l* (ظُلْمَة).

Il résulte de cette manière de comprendre les consonnes que les Arabes ne peuvent transcrire sans altération les mots étrangers présentant

(1) Dans ses *Poésies populaires de la Kabylie du Jurjura*. Paris, 1867.

deux consonnes de suite dans la même syllabe. C'est pourquoi Πλάτων est devenu chez eux *Aflâtoun* : n'ayant pas le *p*, il fallait le remplacer par *b* ou *f*, et la double consonne *pl* ne pouvait être prononcée que *fa-la* ou *af-la*.

Dans l'arabe classique dit *littéral* (celui du Koran, par exemple), chaque consonne porte — ou, quand les voyelles ne sont pas marquées, est censée porter — son signe grammatical (voyelle ou sokoûn) rigoureusement déterminé. Mais dans la langue parlée, les voyelles brèves se sont peu à peu affaiblies et ont pris souvent le son indéterminé qu'a notre *e* demi-muet dans le mot *chemin*. Cela est tout naturel : la rapidité du langage a produit partout le même phénomène. C'est ainsi que l'agencement compliqué des syllabes longues et brèves des langues classiques a été remplacé dans les langues novo-latines, le grec moderne et les langues de l'Inde dérivées du sanskrit, par le principe d'un accent unique faisant prédominer dans chaque mot une seule syllabe au détriment des autres dont les voyelles sont prononcées plus ou moins indistinctement. Dans l'arabe parlé de nos jours, on croit souvent entendre deux consonnes de suite, tant la voyelle devenue sourde s'est effacée. En français, dans la conversation rapide, l'*e* demi-muet (qui remplace généralement une voyelle sonore du mot latin correspondant) disparaît de même, et le mot *pelote* n'est pas plus long que *plate*. L'élif initial suivi de deux consonnes (comme dans le mot افلاطون, Aflâtoun, cité plus haut) se prononce à peu près comme l'article indéfini *a* en anglais et s'entend à peine. En Algérie, l'elif initial se prononce souvent ainsi, même sans qu'il soit suivi de deux consonnes : on dit *Laghouat* pour El-Aghouat, *Larbi* pour El-Arbi (n. pr.). Comme dans ces deux exemples, l'élif initial peut fort souvent être entièrement supprimé dans la transcription française. Les Arabes eux-mêmes le suppriment parfois dans l'écriture : بو *boû*, pour ابو aboû (*père* ou *possesseur de*). Quant aux voyelles sourdes de l'intérieur des mots, il serait naturel de les représenter par notre *e muet*. Malheureusement cela n'est pas sans inconvénient et a donné lieu à une foule d'altérations fâcheuses. Nous sommes si accoutumés à considérer les *e* des langues étrangères comme devant être prononcés *é* ou *è*, que non seulement nous les prononçons ainsi dans des mots écrits *Mecid*, *seghir*, *beni*, mais que la plupart des écrivains prennent le soin de les accentuer et écrivent *Mécid*, *séghir*, *béni*, des mots que les Arabes prononcent *M'cid*, *sghir*, *b'ni* (1). Cette manière de prononcer est, d'ailleurs, toute naturelle chez les Français lorsque l'*e* est suivi d'une consonne dans la même syllabe, car, dans ce cas, notre *e*, quoique non ac-

(1) Les étrangers nous rendent parfois la pareille : il n'est pas rare de rencontrer des Italiens qui prononcent et écrivent même *il féra son chémin*.

centué, se prononce *è* (mer, sel, chef) ; c'est pourquoi nous prononçons *ben* (fils) comme *bénn* au lieu de dire *beunn*, et que le nom écrit Abd-el-Kader est presque toujours prononcé *Abd-el-Kadère* au lieu de *Abd-el-Qadr* (1). Beaucoup d'écrivains, pour éviter cette prononciation vicieuse, remplacent l'*e* sourd des Arabes par *eu*. Le général Daumas écrit *Abou-Bekeur*, *Touareug*, *taleub* (lettré), *beurr* (contrée), *asseur* (une des heures de prière) ; mais c'est tomber de Charybde en Scylla : notre *eu* est trop sonore et trop long pour représenter l'*e demi-muet* du mot *chemin*, et *Bekeur* ne rend pas mieux que *Beker* le mot arabe بكر (Bekr). Il y a là une difficulté réelle. Si l'on admettait que *e non accentué* représente toujours l'*e demi-muet*, il faudrait accentuer l'*e* dans des mots tels que *bel* (pour *ben el*, fils de) ; or, l'orthographe *bél* paraît bien insolite, et cette distinction entre *ber* (pron. *beurr* ou *b'r*) et *bél* est trop subtile pour devenir d'un usage général. Je pense donc que, dans la pratique, il faut supprimer l'*e* demi-muet chaque fois qu'on le peut sans inconvénient, comme dans *sghir* (petit), ou le remplacer par une apostrophe *M'cid* (mont près Constantine), *ch'mal* (gauche), ainsi qu'on le fait souvent pour escamoter une syllabe dans la prosodie de nos chansonnettes comiques (il f'ra son ch'min).

En ce qui concerne les voyelles sonores à conserver dans les mots, le *fatha* (´) se prononce tantôt *a*, tantôt *è* : on appelle indistinctement *alif* ou *élif* la première lettre de l'alphabet, on dit en Algérie *émir* pour *amir*, *el* pour *al*. L'usage peut seul guider en cela. Le *kesra* (ˏ) se transcrit par *i*, quelquefois par *é*, mais suivi du ي de prolongation il équivaut toujours à *î*. Le *dhamma* (ˎ) se transcrit par *ou*, quelquefois par *o*, et suivi du و de prolongation, on doit le rendre par *oû*.

XIII

En résumé, j'appellerai surtout l'attention sur les points suivants :

1° Ne jamais employer *ck* (pour *k* ou *q*), ni *sch* et *u* allemands (pour *ch* et *ou*) ;

2° Répudier les transcriptions anglaises *sh* (pour *ch*), *j* (pour *dj*), *w* (pour *ou* consonne) ;

3° Répudier les orthographes grecques *ph* (pour *f*), *rh* (pour *r initiale*) ;

4° Considérer *toutes les h* comme aspirées ;

(1) Les Français font communément la même faute de prononciation dans les mots allemands, et disent *fatère*, *moutère*, *Odère*, au lieu de fat'r, mout'r, Od'r (*Vater*, père, *Mutter*, mère, *Oder*, n. de fleuve).

5° Au commencement des mots considérer *y* et *ou* suivis d'une voyelle comme étant des consonnes (1). Par suite, ne pas apostropher l'article dans les mots commençant par ces lettres;

6° Ne pas mettre d'*s* à la fin des mots arabes pour marquer le pluriel (ce qui est surtout choquant pour les mots tels que *kbar*, grands, notables, *tolba*, lettrés, *Touareg*, qui sont déjà des pluriels par eux-mêmes);

7° Rendre le *kha* (خ) par *kh* (et non par *k*, *khr*, *kr*, *cr* ou *qr*) et le *ghaïn* (غ) par *gh* (et non par *g*, *gr*, *ghr*, *rh* ou *r*);

— le *kaf* (ك) par *k*, et le *qof* (ق) par *q* (ou *g*, *gu*, quand il doit se prononcer ainsi);

— le *sin* (س) par *s* (n'ayant jamais la valeur de *z*), et le *çad* (ص) par *c* ou *ç*.

— le *ta* (ت) par *t*, ainsi que le ط (qu'il ne faut pas transcrire par *th*);

— le *tha* (ث) par *th*, et les lettres ذ, ظ et ض par *dh*;

8° Écrire par un simple *a* (et non par *ah*) les noms terminés en arabe par le *ta marbouta* (ة) (Blida, kasba), à moins qu'ils ne soient suivis d'un déterminatif, auquel cas ces mots se termineront en *at* ou *et* (Koudiat-Ati, théniet-el-had);

9° Écrire *an*, *in*, *am*, *im* — et non *ane*, *ine*, *ame*, *ime* (en prononçant ann', inn', amm', imm', les nasales françaises n'existant pas en arabe);

10° Assimiler la lettre *l* de l'article *al* ou *el* à la consonne initiale du mot suivant quand cette consonne est *solaire*, c'est-à-dire *dentale*, *sifflante* et *chuintante* ou *liquide*, ou pratiquement devant *t*, *th*, *d*, *dh* (à l'exclusion de *dj*); *z*, *s*, *c* ou *ç*, *ch*; *r*, *l*, *n*.

XIV

J'ai terminé ce qui concerne la transcription des noms *arabes*. Mais il n'est pas inutile de dire un mot de la transcription des noms turks, persans, hindoustanis et malais qui s'écrivent au moyen de l'alphabet arabe un peu modifié.

Le turk est beaucoup plus riche en voyelles que l'arabe. On y distingue nettement les voyelles *a*, *é*, *i*, *o*, *ou*, *u*, *eu*; malheureusement ces sept voyelles ne sont représentées que par les trois mêmes signes de vocalisation dont se servent les Arabes, signes dont la valeur se diversifie

(1) Comme cela a lieu *exceptionnellement* en français quand on dit *le yacht*, *la yole*, *le yucca* — *la ouate*, *le oui* et *le non*.

suivant certaines règles d'euphonie, et encore ne les écrit-on pas plus en turk qu'en arabe. Il en résulte une grande difficulté quand on veut transcrire des mots, particulièrement des noms propres, qu'on ne voit qu'écrits, et cette difficulté se retrouve dans toutes les langues qui ont adopté le système alphabétique des Arabes.

Les Persans et les Turks ont conservé toutes les consonnes de l'alphabet arabe, quoiqu'il y en ait plusieurs qu'ils ne savent pas prononcer ou qu'ils ne distinguent pas entre elles, si ce n'est orthographiquement pour les nombreux mots se rapportant à la religion qu'ils ont empruntés à la langue arabe. En persan, les lettres ث, ح, ص, ض, ط, ظ, ع et ق ne se rencontrent jamais dans des mots *originairement persans*, et ces huit lettres auraient pu être supprimées, car ث se prononce *s* (ainsi qu'en turk), et ح, ص, ط, ق ne sont pas distincts de ه (h), س (s), ت (t) et ك (k); le *aïn* ne se prononce ni en turc, ni en persan, ou plutôt il se réduit à un simple élif hamzé ; enfin dans ces deux langues les trois lettres ذ, ظ et ض se prononcent toutes comme ز c'est-à-dire *z*.

En turk, tantôt le و est notre consonne *v* (اوِ *èv*, maison), tantôt il fait fonction d'une voyelle qu'on prononce, suivant le cas, *ou*, *o*, *u*, *eu* (بو *bou*, celui; چوق *tchok*, beaucoup; يورك *yurek*, cœur: چول *tcheul*, désert). En persan, le و correspond très souvent au *v* français (سرو *serv*, cyprès), notamment au commencement de tous les mots d'origine persane, mais il peut aussi être voyelle (*ou*) ou diphthongue (*ôou* prononcez *o-ou*) : la conjonction و (*et*) se prononce *vé* lorsqu'elle commence une sentence, et *ou* quand elle sert à unir plusieurs parties du discours; شو a un sens différent suivant qu'on le prononce *chèv*, *chou* ou *chôou*.

Le *hé* (ه) est presque toujours muet à la fin des mots turks (قره *qara*, noir, دده *dédé*, grand père. Il en est de même à la fin des mots persans (نه *nè*, non ; كه *ki*, qui), particulièrement toutes les fois que cette lettre remplace le *ta marbouta* (ة) dans un mot emprunté à l'arabe (قلعه *qalé*, forteresse, de l'arabe قلعة *qala*). Le mieux est de ne pas transcrire cette *h* muette finale : on la trouve pourtant souvent indiquée dans les noms propres turks et persans.

Les Persans ont été obligés d'ajouter à leur alphabet quatre lettres inconnues aux Arabes. Ce sont le *pa* پ (*p*), le *tchim* چ (*tch*; *ch* anglais et espagnol), le *guief* ڭ ou گ (*g* dur), et le *ja* ژ (*j* français). Ces lettres ont été adoptées par les Turks, mais ils appellent la lettre ڭ *saghir noun*, c'est-à-dire *n sourde*, et en font une *n* de nasalisation ou la prononcent comme le *ng* allemand et anglais (1).

(1) Cette prononciation appartient surtout au tatare et au turk des provinces, car à Constanti-

L'alphabet *hindoustani*, que Garcin de Tassy appelle *persi-indien* (1), se compose des trente-deux lettres de l'alphabet persan auxquelles on a encore ajouté les caractères ٹ, ڈ et ڑ. La première de ces lettres nouvelles correspond au *t lingual* ou *cérébral* sanskrit (ट, ordinairement écrit *ṭ* dans les transcriptions); les deux autres, qui paraissent peu différentes, proviennent du dédoublement du *ḍ* ou *d lingual* sanskrit (ड).

Les *Malais*, qui emploient également les caractères arabes, ont adopté, *en outre*, le چ (*tch*) et le گ (*g* dur) persans, mais au lieu du پ (*p*) persan, ils écrivent ڤ, faisant dériver le *p* de l'*f* (ف) et non du *b* (ب) (2). Ils ont de plus inventé les caractères ڠ et ڽ pour représenter les articulations de *ng* allemand ou anglais et de *gn* français (*ñ* espagnol). Cela porte à trente-trois le nombre des lettres de l'alphabet malais (3). Mais beaucoup de ces lettres sont, comme chez les Persans et les Turks, simple affaire d'orthographe pour des mots d'origine arabe. Le ص, le ط, le ق équivalent à س (*s*), ت (*t*) et ك (*k*), et le ث est prononcé *s* ou *ts*; le ع (*aïn*) est, comme l'alifun, simple support de voyelle; les deux *h* (ح et ه) ne sont pas distinctes et sont muettes ou à peine aspirées, comme en français ; le *kha* (خ) est rarement distinct d'un simple *k*, et le *ghaïn* (غ) est prononcé comme un *g* dur. Le ف est aussi une lettre étrangère, prononcée tantôt *f*, tantôt *p*. Le ظ et le ض sont prononcés *tl* et *dl* (tous deux quelquefois même comme *l*). Enfin chez les Malais le *ta marbouta* (ة) des mots arabes n'est jamais muet et se prononce toujours comme un *t*.

(Voir le tableau de l'alphabet arabe ci-joint.)

nople le *saghir-noun* se prononce presque comme une simple *n*. Ainsi, le mot دڭيز (*deng-iz*, mer) se prononce *deniz* dans la capitale de l'Empire turk. Quelquefois cette lettre s'adoucit encore davantage, et devient à peu près un *y*, comme dans le mot بڭ (*bey.*)

(1) *Rudiments de langue hindoustanie*, 2e édit., Paris, 1863.

(2) Les Hébreux considéraient de même le *p* et l'*f* comme des nuances de la même articulation qu'ils ne distinguaient pas originairement par l'écriture. Plus tard, ils ont ajouté un point au caractère commun lorsqu'il doit avoir sa signification primitive de *p* : פ = *p*; פ = *f* (*ph*).

(3) L'abbé Favre appelle cet alphabet *arabico-malais* (*Grammaire de la langue Malaise*. Vienne 1876).

ALPHABET ARABE

Il se compose de 28 consonnes. Les voyelles brèves se marquent au moyen de trois signes : le fatha (*a*, *è*), le kesra (*i*), le dhamma (*o*, *ou*), par ex. : بَ *ba*, بِ *bi*, بُ *bou*. On allonge ces voyelles en ajoutant à la consonne un ا, un ي ou un و : بَا *bâ*, بِي *bî*, بُو *boû*.

NUMÉROS D'ORDRE.	NOM des LETTRES.	FORME DES LETTRES : isolées ou après ا, د, ذ, ر, ز, و	finales ou liées à la précédente.	médiales ou liées à la précédente et à la suivante.	initiales et liées à la suivante.	VALEUR RÉELLE des LETTRES.	TRANSCRIPTION PROPOSÉE EN LETTRES LATINES.	OBSERVATIONS.
1	Elif ou Alif	ا	ـا	»	»	1° Support du hamza (ء). L'élif *hamzé* (أ) porte une des voyelles *a*, *i*, *ou* ; il équivaut à l'esprit doux (') des Grecs. 2° Sans hamza (écrit ou sous-entendu) c'est un simple signe d'allongement de la voyelle *a* qui affecte la consonne précédente.	*a* (*è*), *i*, *ou* (*o*). (ordinairement initial.) Accent circonflexe sur l'*a* de la consonne précédente. (médial).	
2	Ba	ب	ـب	ـبـ	بـ	*b*	*b*	
3	Ta	ت	ـت	ـتـ	تـ	*t* très doux.	*t*	En Algérie, on prononce souvent *ts*. En persan et en turk, *t* européen comme ط.
»	Ta marbouta	ة	ـة	»	»	*t* final, *muet* à moins que le mot ne soit suivi d'un déterminatif.	» — *t* (et non *h*).	Forme particulière du *Ta*.
4	Tha, Tsa (θα)	ث	ـث	ـثـ	ثـ	θ grec ; th anglais rude.	*th* (et non *ts*.)	En Algérie, souvent prononcé *t* au milieu des mots, *ts* ou *s* à la fin. Les Persans et les Turcs prononcent *s*.
5	Djim	ج	ـج	ـجـ	جـ	*dj* ; *j* anglais, *g* italien devant *e*, *i*.	*dj*	Les Arabes d'Egypte prononcent *g* dur ; les Tunisiens *j*.
6	Ha	ح	ـح	ـحـ	حـ	*h très fortement aspirée*.	*h*	Pas distinct de ه (*h* aspirée) en persan.
7	Kha (χα)	خ	ـخ	ـخـ	خـ	Aspiration du *k*, plus ronflante que χ grec, *ch* allemand (après	*kh* (et non *khr*.	

9	Dhal, dzal, (δαλ)	ذ	ـذ	»	»	δ grec ; *th* anglais doux.	*dh*	En Algérie, se confond souvent avec *d*. Les Persans et les Turcs, prononcent *z*.
10	Ra	ر	ـر	»	»	*r* (ronflante).	*r*	
11	Zéïn, za	ز	ـز	»	»	*z*	*z*	
12	Sin	س	ـس	ـسـ	سـ	*s* (toujours dure.)	*s*	
13	Chin	ش	ـش	ـشـ	شـ	*ch*	*ch*	
14	Çad	ص	ـص	ـصـ	صـ	*s* très dure, emphatique.	*c*, *ç*.	En persan et en turk se prononce comme س (*s*.)
15	Dad	ض	ـض	ـضـ	ضـ	*d* emphatique.	*dh*	Les Persans et les Turks prononcent *z*.
16	Ta	ط	ـط	ـطـ	طـ	*t* (emphatique du ت pour les Arabes).	*t* (et non *th*.)	En persan et en turk = ت (*t*.)
17	Dza (δα emphatiquement prononcé).	ظ	ـظ	ـظـ	ظـ	δ emphatique.	*dh*	Se confond en Algérie avec ض. Les Persans et les Turks prononcent *z*.
18	Aïn	ع	ـع	ـعـ	عـ	ا ou Elif hamzé *guttural* ; support de *a*, *i*, *ou*.	*a*, *eu*, *i o*, *ou*, gutturaux.	En persan et en turk se prononce comme ا
19	Ghaïn	غ	ـغ	ـغـ	غـ	*r* fortement grasséyée ; *g* allemand de *wagen* mais plus rude.	*gh* (et non *rh* ou *gr*, *ghr*.)	Dans le sud de l'Algérie et en turk se prononce quelquefois *g* dur.

ALPHABET ARABE

(*Suite.*)

NUMÉROS D'ORDRE.	NOMS des LETTRES.	FORME DES LETTRES isolées ou après ا, د, ذ, ر, ز, و	finales ou liées à la précédente.	médiales ou liées à la précédente et à la suivante.	initiales et liées à la suivante.	VALEUR RÉELLE des LETTRES.	TRANSCRIPTION PROPOSÉE EN LETTRES LATINES.	OBSERVATIONS.
20	Fa	ف	ـف	ـفـ	فـ	*f*	*f*	S'écrit ڢ dans le Maghreb (États barbaresques.)
21	Qaf ou qof	ق	ـق	ـقـ	قـ	*q* guttural emphatique.	*q*	S'écrit ڧ dans le Maghreb; se prononce souvent *g* dur dans le sud de l'Algérie et s'écrit aussi dans ce cas ق ou ڭ. En persan se prononce comme ک (*k*).
22	Kef ou kaf	ك, ک	ـك, ـک	ـكـ, ـکـ	كـ, کـ	*k*	*k*	Chez les Turks cette lettre a la double valeur de *k* et de *g* dur.
23	Lam	ل	ـل	ـلـ	لـ	*l*	*l*	
»	Lam-élif	لا, لا	ـلا	ـلا	لا	Réunion de Lam et Elif.	*là*	
24	Mim	م	ـم	ـمـ, ـمـ	مـ	*m* (jamais signe de nasalisation.)	*m*	
25	Noun	ن	ـن	ـنـ	نـ	*n* (jamais signe de nasalisation.)	*n*	
26	Ouâou	و	ـو	»	»	1° *w* anglais. 2° Signe d'allongement de la voyelle *ou* qui affecte la consonne précédente.	*ou* (consonne). Accent circonflexe sur l'*ou* de la consonne précédente.	En persan = *v* surtout au commencement des mots; aussi *ou* et *óou*; En turc = *v*, ou support de *ou, o, u, eu*.
27	Hé	ه, ه	ـه	ـهـ, ـهـ	هـ	*h* aspirée.	*h*	Souvent muet à la fin des mots en persan et en turk, surtout quand il remplace ة arabe.

28	Ya	ي ، ى	ي ، ى	ـيـ	ـيـ	1° *j* allemand : *y* initial anglais · Quelquefois muet à la fin des mots après *a*. 2° Signe d'allongement de la voyelle *i* qui affecte la consonne précédente.	*y* (consonne.) Accent circonflexe sur l'*i* de la consonne précédente.	En persan, le ى final muet se marque souvent ىٰ.

LETTRES AJOUTÉES A L'ALPHABET ARABE PAR LES PERSANS ET LES TURKS

2bis	Pa	پ	ـپ	ـپـ	پـ	*p*	*p*	
5bis	Tchim	چ	ـچ	ـچـ	چـ	*tch* ; *ch* espagnol ou anglais, ou *c* italien devant *e*, *i*.	*tch*	
11bis	Ja	ژ	ـژ	»	»	*j* français.	*j*	
	Guef, Guief (pers.)					*g* dur.	*g*, *gu*	Employé aussi dans le Maghreb.
22bis	Saghir-noun (turk) (c'est-à dire *n* sourde).	گ ، ڭ	ـگ ، ـڭ	ـگـ ، ـڭـ	گـ ، ڭـ	*n* de nasalisation (à Constantinople souvent simple *n*) ; *ng* allemand et anglais ; quelquefois *y* consonne (par exemple dans *bey*.)	*n* — *ng* — (*y*)	

On remarquera :

1° Que les formes médiales et finales ne sont que les formes initiales et isolées réunies à la lettre précédente par un trait de liaison. Les 1re, 8e, 9e, 10e, 11e et 26e lettres ne se lient pas à la suivante : au commencement d'un mot elles ont la forme de la lettre isolée.

2° Que plusieurs lettres ne diffèrent d'une ou de plusieurs autres que par des points diacritiques, de sorte que les types réellement différents se réduisent aux 15 suivants (s'enchaînant dans l'ordre où ils se présentent dans l'alphabet).

ابجدر سصطعفكلمهو

M. l'Abbé ROUGERIE

[illegible]

COURANTS ATMOSPHÉRIQUES REPRODUITS PAR LA ROTATION D'UN GLOBE DANS L'AIR AMBIANT (1).

— Séance du [illegible] septembre 1879. —

M. Albert FABRE

[illegible]

PRÉSENTATION D'UNE CARTE EN RELIEF DU DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT

— Séance du [illegible] septembre 1879. —

M. l'Abbé DURAND

[illegible]

SUR LE SAHARA CENTRAL

— Séance du [illegible] septembre 1879. —

Présentation des travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS À LA 14e SECTION

M. J. Dupuis. — L'ouverture du Fleuve-Rouge au commerce et les événements du Tong-Kin (1872-1873).

M. l'Abbé Rougerie. — Les courants atmosphériques reproduits autour d'un globe en rotation dans l'air ambiant et reliés avec la pression atmosphérique.

(1) Voir section de Météorologie, p. 542.

15e Section

ÉCONOMIE POLITIQUE ET STATISTIQUE

PRÉSIDENT D'HONNEUR . . . . . M. A. D'EICHTHAL, Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Nord.

PRÉSIDENT . . . . . M. FRÉD. PASSY, Membre de l'Institut.

VICE-PRÉSIDENT . . . . . M. RIZZY, Professeur à la Faculté de droit de Toulouse.

SECRÉTAIRE . . . . . M. BREUL, Avocat à la Cour d'appel de Paris.

M. MISMER

Directeur de la Mission Égyptienne.

SUR LA RÉFORME DES MÉTHODES ET DES PROGRAMMES D'ENSEIGNEMENT.

— *Séance du 29 août 1879* —

MESSIEURS,

Quelle que soit l'intensité des efforts progressifs, l'instruction publique ne portera pas tous ses fruits, aussi longtemps qu'une méthode positive, fondée en nature comme la science positive, fera défaut à l'enseignement.

Il y a plusieurs manières d'enseigner, et pour ne citer que les plus divergentes, les plus contradictoires, la manière théologique, ne ressemble en rien à celle qui s'interdit la recherche des causes finales au delà des frontières du calcul, de l'observation et de l'expérimentation.

Reste à savoir quelle est la meilleure instruction. Elle consiste en une récapitulation aussi complète que possible des progrès accomplis par l'humanité à travers le cours des siècles. Or, la vie de l'homme est bornée. Si l'évolution individuelle devait subir les retards, les temps d'arrêt, voire même les reculs que l'on observe dans l'évolution générale de l'espèce, elle ne parviendrait jamais à s'élever au même niveau. D'ailleurs, la plupart des hommes ne peuvent consacrer à l'étude pro-

prement dite que la première partie de leur carrière, le reste appartenant à la lutte pour l'existence et à l'accomplissement des devoirs sociaux.

Le meilleur système d'instruction sera donc le plus économique du temps et des forces intellectuelles disponibles, le plus capable de raccourcir la trajectoire du progrès, en remplaçant par une ligne droite la ligne courbe et brisée qu'il a suivie jusqu'à ce jour.

Dans cet ordre d'idées, il importe de ne pas perdre de vue le point de départ de l'évolution humaine, et d'en jalonner scientifiquement les étapes. Par quoi l'homme a-t-il débuté ? Par la lecture ? Il ne savait ni écrire ni parler. En revanche, il avait, comme les animaux et les sauvages contemporains, poussé très loin l'éducation de ses sens. Au sein de la civilisation, les sens, faute d'usage et d'exercice, tendent à l'atrophie. Or, la civilisation ne dispense pas de l'usage des sens. Aujourd'hui, comme au début, les idées originales, personnelles, entrent dans le cerveau par la porte des sens. La rectitude des sens entraîne la rectitude de l'esprit. Le moindre écart dans le rapport des sens donne lieu à une fausse conception et à un faux jugement. Les sens étant chez les enfants, comme chez les hommes primitifs, les premières facultés, selon Condillac, des espèces d'instruments dont il faut apprendre à se servir, selon Buffon, l'éducation des sens doit précéder toute autre éducation.

L'éducation des sens réclame la plus sérieuse attention, non seulement pour que l'homme civilisé n'ait rien à envier au sauvage, voire même aux animaux, mais, parce que le concours des sens est indispensable dans mille circonstances de la vie.

Les observateurs par caractère ou par état savent seuls la quantité d'idées dont le cerveau de l'enfant est pourvu par les sens, alors que la parole n'est encore d'aucun secours.

A l'origine, le développement du corps marche de pair avec celui des sens. L'homme primitif avait une force, une agilité et une rusticité que l'on ne rencontre guère que chez les sauvages. En général, l'homme civilisé est, par rapport à l'homme primitif, ce que le porc est au sanglier : un être dont la pusillanimité, la mollesse et la voracité contrastent avec la sobriété, la densité musculaire et l'énergie de son ancêtre. Une gymnastique graduée, une robuste hygiène, un dur entraînement, imposés à l'enfant, fortifient son corps et trempent virilement son esprit.

Le langage réclame la même sollicitude que les sens et les organes corporels. On ne saurait trop recommander aux éducateurs de l'enfance une correcte articulation, l'emploi des mots propres pour désigner les choses, une progression dans le choix des mots, allant du simple au

composé, du concret à l'abstrait ; surtout la plus grande clarté et la plus grande précision dans les réponses aux incessantes questions de l'enfant. L'enfant est la curiosité même. On peut définir l'enfance une humanité sans expérience, avide de connaître et de s'instruire. Que de temps on fait perdre aux enfants, en leur apprenant une foule de choses qu'ils devront désapprendre plus tard ! Trop souvent la résistance opposée par les enfants à l'instruction scolaire vient de ce que, semblable à un champ vierge où l'on a semé au hasard toutes sortes de mauvaises graines qui ont poussé racine, leur cerveau réclame un travail d'extirpation et de défrichement avant toute nouvelle culture. Ce n'est point une exagération d'affirmer que si toutes les curiosités naturelles de l'enfant recevaient, au fur et à mesure qu'elles se manifestent, une véridique et substantielle satisfaction, son instruction générale serait largement ébauchée à l'âge où elle commence d'habitude.

Ainsi qu'il a été dit, l'homme primitif n'a pas débuté par la lecture. La lecture suppose l'écriture. L'écriture a donc précédé la lecture. Mais, l'écriture alphabétique, que nous pratiquons, est une écriture conventionnelle ; elle est une acquisition du progrès ; elle est comme l'algèbre à l'arithmétique.

Un grossier dessin, tel qu'on le retrouve sur des cornes de renne et des ossements contemporains de l'âge de pierre, a précédé toute espèce d'écriture. Cette observation enseigne que l'écriture doit précéder la lecture ; d'autant qu'il est inutile de séparer deux opérations qui n'en font qu'une : en apprenant à écrire, on apprend à lire nécessairement.

Mais, l'écriture n'étant venue qu'après le dessin, c'est par le dessin qu'il faut inaugurer l'écriture. La nature même l'indique : tous les enfants dessinent naturellement. Qu'on rassemble au hasard des enfants de toutes les races humaines, qu'on mette à leur portée du charbon ou de la craie, ils dessineront. En se règlant d'après l'instinct, l'éducateur facilite sa tâche, la nature collaborant avec lui.

Ce n'est point à dire que le dessin marque la première étape de l'évolution scientifique et que c'est par là qu'il faille commencer. En approfondissant l'observation, on découvre que le calcul, un calcul rudimentaire, est antérieur à tout progrès.

Les hommes les plus sauvages, même ceux qui restent au-dessous du dessin, savent compter jusqu'à cinq ; au delà, faute de moyens d'expression, ils disent beaucoup. Mais tous connaissent l'addition et la soustraction.

Cette observation s'applique aux enfants : les plus jeunes additionnent leurs jouets et réclament ceux qui viennent à manquer. Même les animaux ont la notion du calcul. Une chatte compte jusqu'à quatre ; au delà de ce nombre, on peut lui enlever des petits sans

qu'elle s'en aperçoive ; en deçà, son agitation et ses recherches prouvent qu'elle a conscience de sa perte. L'industrie de certains insectes témoigne qu'ils poussent beaucoup plus loin le calcul.

Ainsi, le calcul marque réellement la première étape du progrès intellectuel, et Auguste Comte a eu raison de considérer les mathématiques comme la clef de la science positive. Les Zodiaques et autres signes astronomiques, que l'on trouve parmi les plus anciens monuments, justifient ce terme ambitieux de mathématiques, l'astronomie la plus élémentaire supposant le calcul élevé à une certaine puissance.

L'humanité primitive ayant reçu de la nature l'incitation au calcul et au dessin, c'est par là qu'il faut commencer l'instruction de l'enfant. Le calcul est indispensable aux premières opérations de l'esprit ; le dessin est indispensable pour les fixer. Outre que le dessin sert d'introduction à l'écriture et à tous les arts graphiques, qu'il rend d'éminents services à l'industrie, il a l'avantage de centupler les forces de la mémoire.

Le dessin peut fournir en partie le *substratum* de la mémoire. Ce qu'il y a de concret et d'essentiel dans toutes les sciences, se présente sous forme d'images dont les traits fugitifs sont irrévocablement fixés par le dessin.

En résumé, éducation des sens et de l'appareil vocal, gymnastique en rapport avec l'âge, calcul élémentaire, dessin, écriture, lecture, tel est l'ordre tracé par la nature, sanctionné par l'histoire de l'évolution humaine, qui s'impose aux méthodes d'enseignement applicables à l'enfance. Arrivé à ce point, l'enfant reste encore étranger à la science proprement dite, mais il a tous les instruments nécessaires pour apprendre vite et bien. Tout enfant sainement constitué devrait recevoir, soit au sein de sa famille, soit à l'école une préparation conforme au programme esquissé plus haut. Après avoir ainsi fondé sur un roc immuable les premières assises de son développement corporel et mental, il ne reste plus qu'à édifier son instruction, conformément aux plans de la nature et au but final de l'évolution humaine.

Quels programmes suivez-vous? s'écriait dans une discussion sur la liberté de l'enseignement un député français. Ce sont ceux des Jésuites. Or ce sont ces programmes qu'il faudrait changer. Malheureusement, il négligea d'expliquer comment il entendait le changement des programmes. Avant tout, il convient d'en écarter les notions fausses ou simplement douteuses.

On peut élargir ou restreindre à des points de vue différents le domaine du doute et de l'erreur ; mais on ne le saurait confondre avec celui de la science positive dont le respect s'impose à tous les systèmes et à toutes les croyances. L'instruction publique n'a ni le temps de

s'égarer en des chemins de traverse, ni la mission de préparer l'anarchie sociale, en fomentant l'anarchie mentale. Le faux et le douteux, qui troublent l'intelligence et la conscience de la jeunesse, sont les fléaux de l'école. L'école doit borner son enseignement à la vérité revêtue du consentement universel.

Les mathématiques, l'astronomie, la physique, la chimie, l'anatomie et la physiologie, les sciences naturelles, la géographie, la chronologie historique et les faits qui s'y rattachent, en tant qu'ils sont hors de suspicion, se meuvent dans une absolue certitude. La plupart de ces sciences s'enchaînent logiquement comme des théorèmes de géométrie. Mais, bien qu'il y ait une hiérarchie dans les connaissances, les unes servant aux autres d'introduction, il n'en est point dont le germe ne soit visible au début. L'humanité primitive a prodigué sa curiosité partout à la fois. La curiosité des enfants reproduit celle des premiers hommes; toujours elle déborde la théorie. Dès lors, il est naturel d'étendre l'instruction publique, dès le degré primaire, sur l'ensemble des connaissances humaines, et d'élever l'édifice scolaire, de manière que chaque étage supérieur porte exactement sur l'étage inférieur.

L'instruction peut devenir encyclopédique sans faillir à la hiérarchie des sciences. Les notions essentielles de la physique, de la chimie, de la biologie, de la sociologie n'exigent qu'une faible préparation mathématique. L'école primaire se contenterait d'un programme exposant d'abord le plan général de la science, les subdivisions qu'il comporte, l'interdépendance des diverses spécialités scientifiques, la terminologie propre à chacune d'elles, les principales vérités qu'elles professent et les applications pratiques qui en découlent. Avant tout, il importe que l'enfant connaisse la signification du mot instruction, qu'il porte une vue d'ensemble sur l'édifice de la science, qu'il y pénètre et y circule, un fil conducteur à la main, jusqu'à ce qu'il conçoive une idée juste de ses proportions, de son aménagement et de son utilité. La forme concrète est de rigueur pour ce travail élémentaire. Un mot qui porterait à vide serait incompris ou mal compris.

A ceux qui jugeraient dangereux cette précoce familiarité de l'enfance avec les grands phénomènes et les grandes lois de la nature, il serait facile de démontrer, par l'expérimentation directe, que nulle science positive ne répugne à l'intelligence autant que les entités religieuses et les abstractions métaphysiques dont l'ancienne scolastique entretient l'abus. Sans doute, l'analyse mène à la synthèse; sans doute, la notion positive de l'univers engendre une conception positive de l'univers; mais c'est précisément vers ce but que doivent tendre tous les efforts de l'enseignement moderne.

La moitié du temps qu'emploient les méthodes de la routine, pour

inspirer au plus grand nombre des enfants l'horreur de la science, permet de donner à tous une instruction primaire encyclopédique.

La grammaire ne doit venir qu'après. Les exceptions, les contradictions, les anomalies des règles grammaticales sont funestes aux jeunes intelligences que la rigueur des méthodes scientifiques n'a pas encore disciplinées. Toujours le fond doit précéder la forme; au besoin, il permet de s'en passer. Si Voltaire et Napoléon ont pu se dispenser de l'orthographe, à plus forte raison un ouvrier ou un paysan.

L'histoire tend de plus en plus à prendre rang parmi les sciences positives.

Avant l'écriture, avant les hiéroglyphes, avant le dessin, l'homme a raconté son histoire aux métaux et aux pierres. Des haches de silex, des débris de coquillages et de poterie, des os sculptés, des plaques de grès noircies au feu, des fragments de mâchoire, des crânes à ressemblance bestiale, sont les témoins de l'histoire au même titre que les monuments et les écrits. Les premières annales de l'humanité sont enfouies dans le sein de la terre et des eaux. Il n'y a point d'autre histoire que celle du progrès humain, enté sur le progrès universel. Comment parvenir jusqu'aux racines de l'histoire sans la science positive qui permet de rattacher l'évolution historique à l'évolution organique, et de pousser la recherche des causes jusque dans les profondeurs du monde inorganique?

La loi d'évolution est le dynamomètre du jugement en matière historique; elle est la boussole de l'histoire. Elle apprend à distinguer ce qu'il y a d'immuable, de ce qui est modifiable au gré des acteurs. Elle enseigne que les actes de violence, les commotions de la guerre et de la conquête, les intrigues des hommes d'État et les compétitions nationales n'ont pas plus d'importance et n'ont pas plus de droits à la mémoire que les combats des tribus sauvages et les rivalités de leurs chefs; elle marque le moment précis où le progrès, devenant irrésistible, on ne peut lui tenir tête qu'en s'exposant à être broyé sous son char; elle démontre que, dans certains cas, la résistance est nécessaire, lorsque le progrès réclamé constitue une anticipation sur la marche de la loi, une sorte d'accouchement avant terme, périlleux pour la société; elle enseigne enfin que la politique doit être à la fois radicale et conservatrice : conservatrice de ce qui existe, lorsque la science est impuissante à le remplacer par quelque chose de meilleur; radicale sur tous les points où la théorie et la pratique garantissent les bienfaits d'un changement. Ainsi la politique apprend par elle à se maintenir au niveau de la science générale, ni plus haut ni plus bas.

Mais, pour que la conduite publique et privée retire tout le profit de l'expérience des siècles, il faut que l'histoire fasse l'office d'un grand

justicier. Au lieu de faire l'apologie de la guerre et de la conquête, d'élever un piédestal aux grands ravageurs et aux grands scélérats, l'histoire refaite selon les méthodes de la science, abaissera la renommée des perturbateurs du progrès au profit des hommes de pensée et de sagesse, des philanthropes et des inventeurs, des modestes bienfaiteurs de l'humanité. Au lieu d'excuser tous les crimes et tous les attentats, elle n'en laissera aucun sans flétrissure, et découragera le mal, en faisant éclater la justice de la nature dans la sanction des causes par les effets. Alors, elle sera le meilleur facteur de la conscience, le meilleur code de morale.

Une méthode récente commence l'étude de la géographie par l'étude du territoire le plus immédiat; de même la géologie fait l'inventaire des couches superficielles avant de descendre dans les couches souterraines. Cette méthode est applicable à l'histoire. Les faits et gestes des Hébreux, des Gaulois et des Francs importent moins que la connaissance des événements contemporains. La partie vivante de l'enseignement historique, applicable aux écoles primaires, ne devrait pas s'attarder aux détails avant la fin du dernier siècle.

C'est à dessein qu'on n'a point soulevé jusqu'à présent la question des langues mortes. Au temps de la Renaissance, les langues grecque et latine rendaient grand service à qui voulait s'instruire : toute science étant dans les livres grecs et latins. Le latin surtout, langue de l'Église, avait une importance en rapport avec l'importance de l'Église. Depuis trois siècles, un grand changement a eu lieu. D'une part, l'Église a perdu sa prépotence; d'autre part, les langues modernes se sont constituées et, avec elles, la science moderne qui dispense de recourir à des textes archaïques. Sans doute, le grec et le latin sont utiles aux jurisconsultes, aux médecins et aux érudits; mais il est absurde de condamner à l'étude de ces langues, au détriment de la science positive, la population entière des lycées dont les neuf dixièmes ne pratiqueront que la langue maternelle. Les langues mortes n'ayant plus qu'une utilité spéciale doivent être reléguées dans des écoles spéciales; alors on pourra réduire des deux tiers le temps qu'elles absorbent aujourd'hui.

Quant aux langues vivantes, il est inutile d'en décrire les avantages; on ne démontre point ce qui est évident.

Le renouvellement des méthodes et des programmes scolaires, selon les idées exprimées dans ce travail, permet de répandre sur les masses, avec une moindre dépense de temps et d'argent, un enseignement bien supérieur à celui de la routine. Une seule école primaire, scientifiquement constituée, vaut plus pour l'avenir d'une nation que tout l'appareil universitaire légué par l'ancienne scolastique. Tant vaut l'instruction primaire, tant vaut l'instruction secondaire, celle-ci n'étant qu'un

développement de celle-là. Les matières enseignées sont les mêmes avec plus d'extension et de profondeur. L'instruction supérieure a pour limites celles de la science positive; ce qui ne veut pas dire qu'un jeune homme, ayant terminé ses études possède l'omni-science, mais simplement qu'il dispose de toutes les ressources scientifiques dans une mesure convenable pour investir les plus difficiles problèmes et les réduire à capitulation. Dix années suffisent amplement à la réalisation de ce programme; ainsi, l'on peut faire un savant en moins de temps qu'il n'en faut pour l'éclosion d'un bachelier. Un jeune homme de seize ans, ayant des sens aiguisés, un corps souple et vigoureux, pourvu d'une instruction encyclopédique, a devant lui tout le temps nécessaire pour approfondir n'importe quelle spécialité.

Ces avantages ne sont pas à dédaigner à notre époque où, faute d'un héritage matériel, le pauvre revendique le droit à l'héritage mental et moral de l'humanité. Mais la société ne doit l'instruction supérieure qu'à ceux qui sont capables d'en profiter. Libre aux parents riches de cultiver des enfants stériles; en aucun cas, l'ineptie et la paresse ne doivent prendre la place des intelligences les plus robustes et les plus avides de savoir.

En un État bien réglé, il faut que les hommes éminents parviennent seuls aux fonctions éminentes et que les hommes rejetés dans les rangs inférieurs ne puissent imputer leur disgrâce qu'à la faiblesse de leur esprit. Tous les grands philosophes, législateurs et fondateurs de religions ont proclamé l'hégémonie de l'intelligence et du savoir; et c'est l'idée-mère de la démocratie moderne que la hiérarchie des rangs et des fonctions corresponde à la hiérarchie des capacités.

En divisant l'instruction publique en primaire, secondaire et supérieure, en édictant que nul ne passera d'un degré à l'autre sans examen, en assurant aux enfants pauvres les moyens de s'élever dans la science et par la science, l'ordre social trouve sa meilleure garantie dans la libre et régulière expansion du progrès.

Mais, pour que la réforme des programmes et des méthodes d'enseignement produise des résultats complets et décisifs, il faut que la femme soit la première à en profiter. En regard de la science, la femme est la pierre angulaire de l'ordre et du progrès. Tant vaut la femme, tant vaut la famille et la société. En sa triple qualité de sœur, d'épouse et de mère, la femme exerce sur son entourage une influence bonne ou mauvaise, mais toujours prépondérante et durable; elle est, pour les nations comme pour les individus, un stimulant ou un éteignoir. On peut dire que le mal vient de la femme; de même, rien de grand, rien de fécond, rien de ce qui nécessite le concours des sentiments nobles et généreux ne peut se passer de son ardente coopération, de son dévouement pas-

sionné. Toute cause qui a pour elle la femme est une cause gagnée; toute cause qui l'a contre elle est une cause perdue. Dès l'origine, l'intelligente faiblesse de la femme a triomphé de la force brutale de l'homme. Toujours le génie de l'homme s'alimente de l'amour de la femme ; on connaît l'épitaphe de Metzu :

Connubialis amor de mulcibre fecit Appellem

Jusqu'ici, la femme a été pour ainsi dire exclue de toute culture scientifique ou simplement sérieuse. Même chez les peuples les plus avancés, l'instruction de la femme est loin de répondre à ses fonctions naturelles et sociales. Le résultat est sous nos yeux. Incapable de s'élever de par les lacunes et les vices de son éducation au-dessus d'un frivole babil, la femme en est réduite, malgré les révoltes de son instinctive délicatesse, à faire assaut de coquetterie et de vanité, à inventer toutes sortes d'artifices pour plaire et pour charmer.

Pourtant le rôle de la femme, tel qu'il est tracé par la nature, est bien moins poétique que celui de l'homme. Dans les conditions ordinaires de fortune, la vie entière de la femme est vouée à la prose. Outre qu'elle a la charge du ménage, elle porte l'enfant dans son sein; elle l'allaite et l'élève; elle est l'arbitre de son tempérament physique, de son intelligence et de son caractère moral. A cet âge où l'enfant porte sur tous les objets et sur tous les sujets une insatiable curiosité, la femme est presque seule à fournir les réponses. Les impressions de l'enfance étant les plus vives et les plus durables, si les mères étaient instruites et vertueuses, les enfants le seraient aussi.

Une considération puissante, bien que trop négligée, milite en faveur de cette conclusion. On sait que l'intelligence d'un homme ou d'une race d'hommes se manifeste dans le volume, le poids et la qualité du cerveau, dans le nombre et la forme des circonvolutions cérébrales. Ces attributs sont héréditaires au même titre que les autres attributs corporels. Un haut et large front, accusant la richesse cérébrale, se transmet de père en fils, comme les poumons du coureur, les reins et les muscles de l'athlète. Pourquoi les sauvages sont-ils incapables de s'élever d'un seul coup au niveau de la civilisation ? Tout simplement parce qu'ils ont reçu en héritage un cerveau borné, dont le développement ne peut être obtenu qu'à travers plusieurs générations. Pourquoi certains enfants sont-ils en état de comprendre et d'apprendre presque sans travail les sciences les plus ardues, tandis que d'autres enfants font preuve d'une stérile application? Parce que les derniers, appartenant à des races arriérées, ont un appareil cérébral trop rudimentaire pour une haute élaboration scientifique. Les premiers, au contraire, ont reçu de leurs ancêtres un cerveau façonné au travail intellectuel, rem-

pli d'idées latentes, d'*idées innées*, prêtes à se dégager au moindre choc. Ainsi s'explique que Pascal enfant ait reconstitué seul trente-deux propositions d'Euclide.

L'étude des animaux corrobore cette observation. « Chien de chasse chasse de race », dit un proverbe. Le chameau domestique, qui s'agenouille au commandement d'un enfant, a été dressé à cet exercice dans la personne de ses ancêtres; il a reçu l'idée d'une certaine obéissance, par transmission héréditaire, en même temps que les callosités visibles à ses jambes. On peut dire profondément que l'enfant d'une race ignorante est obligé d'apprendre où celui d'une race cultivée ne fait que se souvenir.

Si cette constatation n'a pas été formulée plus tôt, si même elle est parfois démentie par l'expérience, c'est que, — point essentiel à retenir — nulle part la femme n'est instruite au même degré que l'homme; par conséquent, sa participation au phénomène héréditaire contrarie et amoindrit l'influence de l'homme. Il faut donc que la femme reçoive la même instruction que l'homme, afin qu'elle puisse contribuer parallèlement au développement cérébral de l'espèce et à l'élévation progressive des races inférieures au niveau des races cultivées.

Une grande économie de temps et d'argent serait réalisée si l'on donnait pour fondement à l'instruction publique l'instruction de la femme: en instruisant l'homme, on n'instruit qu'un homme; en instruisant la femme, on instruit son entourage et ses enfants, on allume un foyer de lumière dont les rayonnements s'étendent jusqu'à l'infini.

Il appartient à l'Association pour l'avancement des sciences de travailler au progrès futur, en signalant aux pouvoirs publics les moyens de vulgariser aussi rapidement et aussi complètement que possible le progrès acquis.

DISCUSSION

M. Bouvet demande à Mme Muller, inspectrice des salles d'asile, son opinion sur la possibilité d'enseigner à une réunion d'enfants une langue vivante, en donnant à l'asile, par exemple, une sous-directrice étrangère, allemande, italienne, espagnole ou anglaise suivant les régions, et en obligeant les enfants à ne s'entretenir avec elle que dans sa langue maternelle. — L'expérience tentée à Lyon a réussi. En six mois la langue étrangère (allemande dans l'espèce) était très bien comprise. Si la sous-directrice d'asile continuait ensuite ses leçons à l'école voisine, les enfants se perfectionneraient dans cette étude au lieu de tout oublier, et cet enseignement, qu'il serait facile de généraliser, ne coûterait rien à l'Etat ni à la Commune, non plus du reste qu'aux enfants qui en profiteraient.

Mme Muller répond qu'elle n'a jamais eu l'occasion d'étudier cette question.

M. Usquin, directeur des postes et télégraphes de l'Hérault, constate que dans certains pays étrangers les enfants parlent jusqu'à quatre ou cinq langues. A

propos de la communication de M. Mismer, il dit qu'il sera toujours nécessaire d'apprendre pendant trois ans ou plus les langues anciennes, au moins étymologiquement.

M. Mismer répond qu'il faut commencer par le nécessaire et non par le luxe ; les langues vivantes sont nécessaires, les langues mortes sont du luxe. Il cite les femmes dont un grand nombre savent très bien les langues vivantes et n'ont pas appris de langues mortes. Il admet du reste qu'on pourrait enseigner ces dernières dans les écoles spéciales où cela serait nécessaire.

M. Rozy approuve la séparation de l'enseignement primaire et de l'enseignement supérieur telle que la conçoit M. Mismer. L'enseignement primaire abordant les éléments des principales sciences, l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur n'ont plus qu'à développer le même programme, et à l'élargir. C'est une idée qui mérite d'être discutée.

M. Kownacki, chef d'institution à Paris, fait observer que cette idée a déjà été développée au Congrès des instituteurs en 1878, et adoptée sous le nom d'*enseignement intégral*. Il a pour but d'éveiller et d'exciter toutes les facultés.

M. GROULT

Avocat, Fondateur des Musées cantonaux.

LE PROGRÈS PAR L'INITIATIVE PRIVÉE DANS LES CANTONS RURAUX. — LES THÉATRES RURAUX

(EXTRAIT)

— Séance du 29 août 1879. —

M. Groult indique un certain nombre de progrès réalisés dans nos campagnes par l'initiative des bons citoyens.

Il propose d'organiser *les théâtres ruraux*. Il pense qu'on pourrait les établir provisoirement à peu près sans frais dans toutes nos bourgades, on les installerait dans les granges, dans les hangars, dans les édifices abandonnés qu'une réparation souvent peu coûteuse préserverait d'une ruine définitive. Plus tard, quand nos villageois auront pris goût à ce genre de distraction nouveau pour eux, on verra surgir spontanément de vrais théâtres en pierres et en briques. — Ce sera une œuvre de plus accomplie par l'initiative privée.

M. Groult espère que l'on composera, pour être jouées dans ces théâtres, de petites pièces simplement écrites, mais remplies de nobles et patriotiques sentiments. — Les pièces seraient représentées par les amateurs de la localité ou ceux de la ville voisine.

M. Groult signale en terminant quelques-unes des heureuses conséquences politiques et sociales qu'entraînerait nécessairement et dans un avenir prochain

la création des théâtres ruraux, et il convie à cette œuvre tous ceux qui sentent vibrer dans leur cœur l'âme de la patrie.

DISCUSSION

Quelques membres font observer qu'il y a lieu de faire des réserves sur l'utilité de ces représentations.

M. Frédéric PASSY

Membre de l'Institut.

DES FÊTES PUBLIQUES, ET PARTICULIÈREMENT DES FÊTES LOCALES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 29 août 1879. —

M. Frédéric Passy traite *des Fêtes publiques, et particulièrement des fêtes locales*. Le nombre de ces fêtes va toujours en augmentant : tout devient un prétexte à en organiser. Cela devient un abus. Dans les communes on croit que c'est une cause d'enrichissement, parce que cela fait entrer de l'argent dans la caisse municipale et dans celle des particuliers : c'est une erreur, car chaque commune ayant sa fête il y a réciprocité entre elles ainsi qu'entre leurs habitants. Tout le monde perd son temps et son argent, sauf les marchands de vins et les aubergistes. Ce qui est plus grave, c'est que les populations agricoles prennent l'*habitude* de perdre leur temps. Elles assistent à des spectacles plus ou moins mauvais : des parades stupides et immorales sont représentées devant des enfants, des ouvriers, des ignorants. L'orateur ne veut pas empêcher ces artistes forains de gagner leur vie, mais il voudrait qu'on réagît contre ces habitudes de fêtes continuelles qui entretiennent une population interlope, malpropre et immorale qui peut, en se déplaçant, et en raison surtout de ses mauvaises conditions d'hygiène, transporter avec elle les germes de maladies contagieuses, comme la rougeole, la scarlatine, etc. Ces tendances malheureuses amènent le succès déplorable de certaine littérature et de certains dessins qui constituent de véritables cours de démoralisation. Faisant ensuite allusion à certains étalages « en chair et en os », M. Frédéric Passy ajoute qu'on ne peut assurément empêcher ce qui relève du for intérieur, mais que ce qui se produit et s'étale sur la voie publique ne devrait pas être toléré.

DISCUSSION

M. Rozy, après s'être associé à l'énergique formule de réprobation qui a terminé le discours de M. Frédéric Passy, étudie sommairement la question de savoir si l'État a le *droit* d'imposer des fêtes, des jours de repos et de

chômage forcé. Il croit que les fêtes sont utiles et légitimes, mais il ne faut pas en abuser et on se trouve vraiment en face d'abus. Ce qui reste à déterminer, c'est le *criterium* qui doit servir à distinguer les fêtes bonnes et utiles de celles qui ne le sont pas.

M. Grosset, président honoraire à la cour de Montpellier, appuie les observations de M. Passy. Il insiste sur les résultats déplorables de ces fêtes multipliees au point de vue de la famille. Les hommes et les garçons sortent en laissant à la maison les femmes et les filles. Non seulement il y a ainsi et dépense et absence de gains, mais encore ils rapportent des habitudes que sans cela ils n'auraient pas connues.

M. Usquin demande qu'il soit fait exception pour les concours de tir ou de gymnastique (approbation).

M. Kownacki, répondant à M. Rozy, ne croit pas que l'Etat puisse indiquer un jour obligatoire de repos et forcer à suspendre les travaux, car alors on pourrait demander à l'État une indemnité, et c'est ce qu'il y a de pire dans le socialisme.

M. Passy estime que l'État peut bien suspendre à jour fixe le fonctionnement de la machine administrative, mais qu'on ne peut empêcher un particulier ou un entrepreneur de faire travailler s'il en a besoin.

M. d'Eichthal fait observer que cette question revient à discuter où s'arrêten le droit individuel et le pouvoir de l'État. Il indique à ce sujet que le repos du samedi a fini par s'ajouter à celui du dimanche en Angleterre, non par la loi, mais par les mœurs, et que l'on se demande actuellement si ce chômage régulier de 104 jours par an ne constituait pas pour l'industrie anglaise une cause d'infériorité.

Il termine en indiquant le besoin de distractions qu'il a eu maintes fois l'occasion de constater dans les populations rurales, et l'utilité que peuvent avoir des réunions pour éveiller l'esprit du paysan. Le tout est d'éviter les abus.

M. Ad. d'EICHTHAL

Président du Conseil d'administration des Chemins de fer du Midi.

SUR L'IMPORTATION DES BLÉS AMÉRICAINS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1879.* —

M. d'Eichthal communique à la section quelques renseignements elatifs à l'importation en France des blés américains. Frappé de l'augmentation rapide de cette importation, il a soupçonné qu'elle devait avoir pour cause une question de tarifs de transport. Renseignements pris, voici ce qu'il en est : quatre

chemins de fer, sans compter les bateaux à vapeur qui leur font concurrence par les lacs et le Saint-Laurent, transportent les blés de Chicago, centre de l'approvisionnement, jusqu'aux ports d'embarquement. En général, dès que l'hiver arrive, les chemins de fer, d'accord entre eux, relèvent ensemble leurs tarifs, dont ils sont maîtres, pour profiter de la gelée des lacs qui les délivre de leurs concurrents. Mais depuis dix-huit mois ou deux ans, la guerre a éclaté entre ces compagnies jadis alliées: les prix de transport sont ainsi tombés de 65 centimes à 5 centimes ; ils ont depuis remonté à 10 et 15 centimes et même depuis le 1er août à 25 centimes. Les exportateurs ont immédiatement profité de la baisse des tarifs, et l'exportation a monté l'an dernier de 2 à 6 millions 1/2 de boisseaux. Les grains ont donc profité de la baisse des prix de transport pour aller à la mer et gagner l'Europe, mais l'Amérique a perdu une immense réserve de blé, et une importation pareille ne pourrait longtemps durer. Les craintes à ce sujet ont donc été grandement exagérées, et il n'y a pas lieu de concevoir de si grandes inquiétudes.

M. A. COURTY

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

L'ÉDUCATION BASÉE SUR L'ÉVOLUTION ORGANIQUE INDIVIDUELLE ET SUR LES CONDITIONS SOCIALES

— Séance du 30 août 1879. —

Tout le monde semble d'accord sur la nécessité d'améliorer considérablement nos méthodes d'éducation ; mais bien peu paraissent avoir réfléchi aux réformes qu'elles réclament et moins encore aux bases de ces réformes, c'est-à-dire aux principes qui doivent en diriger le choix. Et pourtant, si l'on s'accordait d'abord sur ces bases, c'est-à-dire sur les principes, on n'aurait pas de peine à s'entendre sur les conséquences de ces principes ou sur les réformes.

Je ne sais si l'on s'est jamais préoccupé sérieusement des bases de l'éducation et si les pédagogues, pas plus que les philosophes et les anthropologistes qui se sont occupés d'enseignement, se sont bien rendu compte des conditions dans lesquelles se posait le problème qu'ils voulaient résoudre.

Or, ces bases me paraissent devoir être cherchées, comme l'indique le titre de ce travail, d'une part dans le sujet qui doit profiter de l'enseignement, d'autre part en dehors du sujet ou dans le milieu habité par le sujet dont on doit faire l'éducation.

Pour ce qui est des premières, celles qui viennent du sujet, elles ne peuvent être cherchées en dehors de ses facultés intellectuelles. Mais elles dépendent peut-être moins du nombre et de la nature de ces facultés que de leur ordre d'apparition, de leur mode de développement et de la subordination relative dans laquelle leur diversité d'accroissement les place les unes à l'égard des autres : c'est ce que j'appelle l'*Évolution organique individuelle;* car je ne sépare pas le développement des facultés intellectuelles du développement des ganglions nerveux faisant partie de la masse encéphalique qui en sont les instruments.

Ce n'est pas ici le lieu de prouver que les phénomènes psychologiques ne sont pas autre chose que les plus élevés des phénomènes physiologiques. Quelques philosophes modernes, Herbert Spencer en particulier, ne méconnaissent plus cette vérité et conviennent que la méthode d'observation et d'expérimentation qui sert de base à nos recherches physiologiques est également applicable à l'étude de la psychologie.

Or le premier fait qui ressort de l'observation du cerveau et des facultés intellectuelles, c'est que cet organe, comme les organes des sens et comme tous les autres organes, n'existe pas tout fait dans le germe de l'homme, pas plus que ces facultés intellectuelles, comme les facultés dont ces organes sont les instruments, ne sont à l'état latent et en puissance de remplir toutes leurs fonctions dans ce même germe, pas plus enfin que ce germe lui-même n'est la miniature de l'homme, comme on l'a enseigné longtemps, contre toutes les preuves de l'observation la plus élémentaire et contre les inspirations du plus vulgaire sens commun ; mais, au contraire, que les facultés intellectuelles avec le cerveau, comme toutes nos facultés avec tous nos organes, comme la vie entière avec tout le corps de l'homme, se développent peu à peu, par bourgeonnement, par végétation, d'une simple cellule, et par un perfectionnement graduel et progressif qui, faisant passer cette cellule par toutes les formes de l'animalité, la conduit jusqu'à la plus élevée de ces formes : c'est à ce mode de développement qu'on a donné le nom d'*évolution organique*.

Par le fait même que le développement du cerveau et de l'intelligence se fait par évolution, il en résulte qu'il ne peut pas être égal pour toutes les parties du cerveau et pour toutes les facultés, à toutes les époques de l'évolution, depuis la première enfance jusqu'à l'âge adulte ; mais qu'il doit différer d'un ganglion cérébral à l'autre, d'une faculté à l'autre, d'une fonction à l'autre, d'un âge à l'autre, etc. Il n'y a pas une partie du cerveau qui n'ait, d'un âge à l'autre, une prépondérance sur les autres parties et par conséquent une faculté ou une fonction qui n'ait aussi une prépondérance sur toutes les autres :

c'est cette faculté qui est la maîtresse directrice de l'instruction à cette période de la vie.

Or, les parties des centres nerveux qui se développent les premières sont les parties correspondantes aux organes des sens ; les vésicules, olfactives, optiques, auditives, etc., et, avec elles, leurs points d'origine sur l'axe central. La réceptivité des impressions est assurée d'abord et elle seule est assurée. Ce n'est que plus tard que se développent les organes des mouvements réflexes, puis des volitions et bien plus tard les organes des actes intellectuels, plus tard enfin vient le développement, le perfectionnement des organes de ces actes intellectuels, la volonté, le langage, etc., avec l'immense développement de la substance grise, se déployant en de nombreuses circonvolutions à la périphérie du plus volumineux de nos centres nerveux.

Quand on croyait aux idées innées, aux facultés innées (car les unes entraînaient les autres), on pouvait présumer que le jugement se trouvait dans le cerveau des enfants dès leurs plus jeunes ans, comme la mémoire. Il importait, dès lors, de l'y cultiver de même et d'aussi bonne heure ; même l'idée a prédominé et prédomine encore dans l'Université qu'il faut cultiver le jugement plus tôt et plus que la mémoire, comme étant une faculté maîtresse, dominante, dont la fonction, l'exercice et le développement sont plus importants que ceux de la mémoire. On recommande donc de le cultiver, au détriment et en quelque sorte à l'exclusion de la mémoire, qui est négligée souvent, au point d'être à peu près délaissée.

Il n'est plus permis aujourd'hui de suivre des méthodes d'enseignement fondées sur de telles erreurs.

On sait que le jugement ne se trouve pas simultanément avec la mémoire et au même degré de développement dans le jeune cerveau ; il s'en faut bien A ce moment tout lui manque : et son organe dans le cerveau et les matériaux sur lesquels il doit exercer une comparaison pour arriver à une conclusion.

Le jugemen ne se développe que peu à peu, par l'évolution du cerveau d'abord, et ensuite par la mise en œuvre des matériaux dont les facultés les plus précoces de cet organe ont fait l'acquisition, ainsi que par l'association des images et des idées, par leur comparaison, par la découverte de leurs rapports, etc.

Quelles sont, en effet, les conditions de la mise en œuvre du jugement ? Il faut que la perception de l'objet extérieur se produise d'abord par ébranlement de la cellule nerveuse ; il faut que cette perception ou son image, ou l'idée qui en émane se reproduise, qu'elle puisse se reproduire indéfiniment par souvenir, c'est-à-dire par un renouvellement de cet ébranlement de la cellule cérébrale qui a produit la perception,

ou par une véritable hallucination cérébrale, car ce que nous appelons la mémoire ou le souvenir n'est pas autre chose ; il faut que d'autres images, d'autres idées se produisent, qui permettent d'établir entre elles une comparaison, des rapports d'analogie, de différence, de succession, de cause à effet, etc. Alors, et seulement alors, entre ces divers rapports un raisonnement peut naître, et le jugement peut se développer par l'usage, le jugement, cette faculté maîtresse qui a la plus haute portée sur l'accomplissement de tous nos actes et de notre vie entière.

Aussi avec la doctrine de l'évolution, il n'est plus possible de demander d'abord aux enfants des raisonnements et d'exiger d'eux, à tout prix, même au détriment de leur mémoire, de développer le jugement, faculté qui ne peut s'exercer que par la comparaison de perceptions multiples dont l'enfant n'est pas même encore en possession.

Le jugement ne peut pas se développer, s'accroître, se perfectionner à cet âge, comme on prétendait le faire, et cela pour une bonne raison, c'est qu'il n'existe pour ainsi dire que virtuellement. Il n'existe réellement, ou, si je puis dire, d'une manière concrète que du moment où il peut entrer en exercice et il ne peut entrer en exercice que lorsque les premières idées auront été recueillies ; car elles seules sont les matériaux qu'il pourra mettre en œuvre, ou plutôt les matériaux dont le rapprochement, et la comparaison, provoqueront en quelque sorte le bourgeonnement de cette faculté nouvelle, dont la floraison produira à son tour comme un fruit une perception nouvelle : cette perception nouvelle sera, elle seule, ce qu'on appelle un raisonnement, un jugement.

Le raisonnement ne se développera donc dans l'enfant que lorsque l'enfant aura des idées, et alors il se développera de lui-même. Autant il y a d'impossibilité à le faire naître dans une intelligence vide de perceptions antérieures, autant il y a d'impossibilité à l'empêcher d'entrer en action dès que l'intelligence est en possession seulement de deux perceptions ou de deux idées.

Ce que peut l'enfant, et c'est la seule chose qu'il peut, c'est, après avoir été en quelque sorte *passif*, de devenir actif; après avoir reçu les impressions et les avoir perçues, de provoquer lui-même l'arrivée de ces impressions, c'est de regarder, au lieu de voir simplement ; c'est de tendre alors ses organes vers l'univers, d'absorber enfin par tous ses sens et de s'assimiler cet univers qui l'entoure. Et, comme ce qui domine alors chez l'enfant, c'est cette activité, cette curiosité, cette contemplation de l'univers, ce besoin d'assimilation du monde extérieur, il faut en profiter pour donner à l'enfant (par ce qu'on a ingénieusement appelé *les leçons des choses*, par opposition au déplorable caquetage en honneur jusqu'à ce jour) la notion la plus exacte du monde qui l'entoure, en

même temps que pour développer simultanément et forcément sa mémoire, enfin pour meubler son cerveau, à la faveur de la mémoire, non seulement de tous les faits, de toutes les perceptions des objets de la nature, mais encore de tous les instruments de travail, de toutes les langues, de toutes les notions, de toutes les idées dont la mise en œuvre, en développant son jugement, le rendra capable de tirer de ces riches approvisionnements, d'utiles conséquences, qui lui inspireront, à leur tour, des travaux dans la direction dont son goût ou sa vocation sauront faire choix.

Ainsi, nul doute qu'après le pouvoir d'avoir des sensations, de recevoir et de recueillir des impressions, il n'y ait chez l'enfant l'initiative, la spontanéité, le pouvoir d'aller à la recherche de l'impression : il n'attend plus que la sensation arrive à lui, il va en provoquer l'application à ses organes sensitifs et en rechercher l'impression. Non seulement l'organe sensitif est dirigé, avec plus d'avidité, il est vrai, que d'habileté, vers l'objet capable de l'impressionner, mais il y a encore chez l'enfant un ardent désir de provoquer ces sensations et ces impressions, il y a curiosité et recherche d'impressions nouvelles. Il y a plus : la recherche de l'impression nouvelle ne nuit pas à la conservation de celle qui l'a précédée. L'impression, non seulement perçue, mais cherchée avidement et recueillie méthodiquement, est encore conservée et aisément conservée par la mémoire, probablement parce que sur des cellules jeunes la vibration se reproduit plus aisément que sur des cellules anciennes, et c'est parce qu'il a le sentiment de cette faculté de conservation que l'enfant s'abandonne à son instinct, qu'il a recueilli à peine une impression qu'il court aussitôt à une impression nouvelle, ne connaissant encore rien, il ne fait pas, pour ainsi dire, autre chose que d'aller à la recherche de l'inconnu. Il n'a pas le temps de réfléchir, de raisonner, de juger.

Si l'on étend l'observation à la majorité des enfants, et si des enfants de l'homme on l'étend encore aux petits des animaux, on constate assurément que ce qui les distingue des êtres des autres âges, ce qui les distingue le mieux, c'est la curiosité, et la curiosité agitée, inquiète, le désir, le besoin impérieux de connaître. (Malheur à celui que ce désir ne tourmente pas et ne rend pas inquiet !)

Avec la curiosité, la recherche, la demande, l'interrogation, l'enquête, l'acquisition des faits nouveaux, de sensations, d'impressions nouvelles, la répétition de ces impressions, *la reproduction souvent renouvelée des vibrations* que ces impressions provoquent dans les cellules cérébrales, et de là *une facilité croissante de rappeler ces vibrations* à la première occasion, de les évoquer à la moindre provocation, une sorte *d'habitude de ces hallucinations cérébrales*, qui sont autant de souvenirs,

et dont l'ensemble nous est connu sous le nom de *mémoire*, mais ne dépend pas au fond d'une faculté particulière, tel est l'enchaînement des premiers actes intellectuels chez l'enfant. Cet enchaînement constitue sa vie absorbante, cette vie par laquelle il semble vouloir s'assimiler l'univers entier. Tout conspire chez l'enfant, comme tout converge chez le vieillard, à l'augmentation individuelle, à la conservation et par suite à l'égoïsme. Le vieillard conserve et veille à prévenir la destruction; l'enfant conserve et s'occupe de l'accroissement. Aussi, l'égoïsme, non pas l'égoïsme féroce du vieillard, mais l'égoïsme débordant, gai, assimilant, caractérise l'enfant. Se nourrir, s'accroître, augmenter son être en tout sens par des acquisitions nouvelles, voilà la vie de l'enfant.

De prétendus réformateurs de l'enseignement (et malheureusement l'Université n'a pas évité de glisser sur cette pente erronée) ont cru délivrer l'enfance de la tyrannie des pédagogues, depuis le commencement de se siècle, en s'efforçant de persuader et répétant partout qu'il ne faut pas faire perdre leur temps aux enfants en l'employant à des exercices de mémoire, mais qu'il faut l'utiliser en développant leur jugement, comme si l'on pouvait développer ce qui n'existe pas encore, comme si l'on avait jamais songé en pédagogie à fausser ce jugement, et si l'on n'avait pas au contraire tendu toujours et par tous les efforts à développer ce jugement et à lui imprimer une bonne direction, comme si l'on ne devait pas enfin appliquer tous ses efforts à développer, surtout chez l'enfant, l'aptitude, dominante à cet âge, non seulement à recevoir, mais à conserver les impressions reçues et à les rappeler au besoin, aptitude merveilleuse qui tient sans doute à la jeunesse et à l'activité des cellules nerveuses ébranlées par chaque perception, aptitude sur laquelle est basée en définitive toute instruction ; car sans elle, sans la mémoire, puisqu'il faut la nommer, que resterait-il à l'enfant de tout ce que vous lui avez enseigné? et qu'est-ce que enseigner et apprendre, sinon provoquer chez un enfant certain nombre de perceptions qu'il peut emmagasiner en quelque sorte et conserver pour s'en servir au besoin, en même temps que lui donner l'habitude de rappeler à volonté ces images et de savoir comparer entre elles ces perceptions pour en faire un jugement?

Quand on médit tant de la mémoire, c'est qu'on ne s'entend pas bien sur le mot et sur le sens qu'on y attache; c'est qu'on attribue le mot mémoire exclusivement au souvenir des mots, et que l'on confond ce don précieux de conserver l'image de tout ce qui a pu impressionner le cerveau, en y provoquant un premier ébranlement, avec l'aptitude du perroquet à répéter des sons, comme si la mémoire ne s'appliquait pas à toute sorte de perceptions et comme si l'aptitude à se souvenir ne se

rapportait pas aux sensations de toute sorte et même aux résultats de la comparaison, du raisonnement et du jugement, tout aussi bien qu'aux mots et qu'aux termes usités dans une langue ou dans plusieurs langues, pour peindre ces sensations, pour graver ces perceptions, pour concréter enfin ces idées nouvelles émanant elles-mêmes de toutes sortes de jugements et même de véritables abstractions.

Nous sommes trop heureux que nos jeunes cellules cérébrales, si impressionnables, soient douées de la faculté de s'ébranler aisément de nouveau, à la moindre occasion, de manière à reproduire les vibrations qui ont été provoquées une première fois en elles par une impression quelconque. Sans doute, les choses et le souvenir des choses, la constatation et les souvenirs des faits et des jugements nés de leur comparaison, sont bien autrement importants que les termes et les souvenirs des termes qui servent à les exprimer. Nous n'avons pas de peine à convenir que ces termes seuls ne sont rien, et qu'avant tout, c'est la chose qu'il faut connaître, le nom n'étant qu'une étiquette appliquée à l'objet pour qu'on puisse le retrouver. Mais encore faut-il convenir aussi bien que le souvenir de l'étiquette n'est pas moins précieux que celui de la chose, puisqu'il est le seul moyen de nous conserver ce dernier. N'est-ce pas assez merveilleux que par le langage, ce caractère éminemment distinctif de l'espèce humaine, nous puissions représenter suffisamment les choses et même les idées et jusqu'aux jugements, que nous en communiquions la perception aux autres hommes, que nous en gardions pour nous-même le souvenir, et que nous la transmettions à la postérité? Oui, c'est une chose précieuse que ce signe qu'on appelle un mot, puisqu'il peut rappeler si bien une chose, lorsqu'on l'a bien vue une fois, qu'on ne puisse plus l'oublier, et que la vibration imprimée par le mot à la cellule nerveuse soit inséparable de la vibration imprimée à cette même cellule par la chose elle-même. On ne saurait donc en trop bien graver les lettres dans le souvenir, puisque c'est le seul moyen, par le souvenir du mot, de ramener le souvenir de la chose.

La mémoire nous est si précieuse qu'au lieu de la négliger, comme on n'a été que trop porté à le faire, on ne saurait jamais trop la développer par l'exercice. C'est ce que sentent, plus que d'autres, ceux dont la mémoire est rebelle. Et quand je dis la mémoire j'entends celle des mots aussi bien que celle des choses. Car, outre que sans les mots, comme je viens de le dire, on serait bien embarrassé de se représenter les choses, les mots ne servent-ils pas à exprimer nos idées les plus neuves, les plus originales, et ne parviendrons-nous pas à communiquer celles-ci plus facilement à nos semblables si nous avons plus de mots à notre disposition et si l'usage nous en est plus familier?

Quelle supériorité a sur les autres hommes celui qui joint à l'éclo-

sion des nouvelles idées, non seulement le souvenir d'idées anciennes et des faits sur lesquels il peut baser les démonstrations de ses idées nouvelles, mais encore le souvenir d'une multitude de mots qui lui permet de les imposer à ses semblables, non seulement par la justesse de l'expression qui en rend l'intelligence facile, mais aussi par le charme même de la parole qui exerce plus souvent encore sur eux un entraînement irrésistible! Ne craignons donc pas de meubler notre mémoire de mots et de mots de toutes les langues, pour pouvoir nous mettre en relation avec les peuples de toutes les nations et de multiplier, par la multiplication même des contacts, les connaissances que nous pouvons acquérir d'eux par nos emprunts ou leur transmettre par nos communications.

Ainsi, quoi qu'on en ait pu dire, rappelons-nous que, concurremment avec l'observation, la recherche, l'appel des impressions par la curiosité, l'art de les recueillir et de les transmettre, de les comparer et de les juger, il faut aussi et surtout développer de bonne heure la faculté de les conserver, l'art de les retrouver et le pouvoir de les faire comparaître de nouveau au premier appel devant notre conscience. L'expérience nous apprend que cette faculté de conservation et de rappel est développée chez l'enfant plus que d'autres, ce qui tient sans doute à ce que les autres ne peuvent pas exister sans elle, à ce que pour pouvoir comparer et juger des objets, il faut pouvoir en faire comparaître simultanément plusieurs ou du moins leurs signes, les mots qui les expriment, devant notre raison. Ne méprisons donc pas cette faculté; usons-en largement au contraire. L'expérience qui nous la montre si prééminente chez l'enfant, nous apprend encore qu'elle peut se développer chez lui par l'exercice : ne manquons donc pas de la développer autant que possible; car de son développement dépendra le nombre des choses, des faits, des noms que nous pourrons faire revivre, évoquer simultanément et par conséquent éclairer par une comparaison qui décidera un jugement; en un mot, de son développement dépendront le nombre et la diversité des matériaux qui serviront d'éléments aux jugements de cet enfant, à mesure qu'il deviendra un homme, en même temps qu'ils l'aideront à donner un corps à ses idées nouvelles et jusqu'à ses plus profondes pensées, car ne perdons pas de vue que les pensées les plus abstraites ont pour point de départ le fait le plus concret : *nihil est in intellectu quod non primò fuerit in sensu.*

Encore une fois, exerçons la mémoire, même celle des mots, pour nous donner de bons modèles, pour nous apprendre non seulement à bégayer mais à parler richement les langues étrangères, modernes et anciennes, comme notre propre langue. Le seul moyen de ne pas bégayer toute sa vie, mais de parler correctement toutes les langues, aussi bien

qu'une seule, c'est de les apprendre toutes sérieusement. Que de choses n'apprend-on pas avec les mots! que de mots n'apprend-on pas en puisant dans tel ou tel auteur la narration d'une aventure, la relation d'un accident, l'expression d'une œuvre morale, comme l'exposition d'un fait physique ! que de facilités ne se crée-t-on pas pour exprimer plus tard ses propres pensées et ses découvertes!

D'ailleurs quand on sait ce qu'est la mémoire, on voit bien que ce n'est pas une faculté si distincte des autres, comme on le croit au premier abord, et qu'on n'est pas maître de la laisser, pour ainsi dire, sommeiller, à moins d'engourdir en même temps toute activité intellectuelle. Ce n'est pas la mémoire seule qui sommeillerait alors, ce serait l'être entier, ce seraient tous les sens; ce sommeil de la mémoire serait, à vrai dire, un assoupissement général.

Ce n'est pas là, sans doute, ce que l'on entend. On veut dire seulement, lorsqu'on recommande de ne pas faire perdre à l'enfant son temps à des exercices de mémoire, qu'il ne faut pas employer ce temps à lui faire lire et relire des mots et à les lui faire répéter sans qu'il se rende compte seulement du sens de ces mots. Mais si l'enfant emploie son temps à observer et à apprendre la manifestation d'un phénomène en un ou plusieurs actes, s'il l'emploie à en lire et relire un exposé bien écrit, doué d'un mérite littéraire incontestable, de manière à pouvoir le redire et le répéter, comme il pourra vous raconter ou répéter devant vous les divers actes du phénomène qui s'est passé sous ses yeux, il occupera son activité intellectuelle à acquérir de nouvelles connaissances et il exercera simultanément sa mémoire.

Et qu'on ne croie pas que cet exercice de la mémoire vienne à cesser jamais. Quel est le moment où l'homme croit n'avoir plus besoin de confier à son souvenir ce qu'il a vu, ce qu'il a entendu, ce qu'il a pensé, ce qu'il a enfanté et même ce qu'il a rêvé dans son cerveau?

Seulement un moment vient où la majorité des expressions d'une langue est connue, où l'on possède du moins les expressions usuelles, de manière à savoir en faire usage et à pouvoir exprimer ses pensées. Un moment vient où l'on a constaté, recueilli, groupé, comparé assez de faits, pour pouvoir établir entre eux des rapprochements auxquels personne n'avait songé auparavant, à découvrir des relations imprévues, à en tirer des conclusions inattendues. C'est encore une belle part de la vie.

Si la première nous a charmé par la nouveauté incessante des impressions, dans cette sorte de voyage de notre microcosme autour du macrocosme, dont nous prenons peu à peu une entière possession, grâce à cette facilité d'observer et de recueillir nos impressions, la se-

conde ne nous captive pas moins par l'imprévu et la surprise que nous causent les conséquences auxquelles nous amènent les découvertes qui découlent de la comparaison des faits précédemment observés, les lois des phénomènes qui se sont déroulés sous nos yeux, et ce que j'appellerai le soupçon naissant de l'avenir par la connaissance possédée du passé.

Ainsi, je ne crains pas de le proclamer, mes propres préoccupations, à l'inverse des préoccupations de la pédagogie moderne, sont de développer surtout la mémoire. Je ne prends nul souci du jugement de l'enfant : j'ai seulement grand soin de ne pas le fausser ; mais je me garde bien de lui faire perdre son temps à l'appliquer et à le tourner peu à peu vers les abstractions, ce qui arriverait indubitablement. Je m'occupe, au contraire, beaucoup de meubler son cerveau d'autant de faits concrets et d'autant de mots que je le puis, et *d'approvisionner* ainsi *grandement sa mémoire*, seule faculté qui permette à son jugement de se développer plus tard largement, de le conduire par l'assemblage à la synthèse, et par la comparaison des premiers résultats à des résultats seconds et à de véritables abstractions.

Que si l'on veut tracer un *Essai de la marche à suivre pour l'instruction d'un enfant, à partir des débuts,* je proposerai, comme me paraissant le plus logique, à peu près le suivant : *leçons des choses*, étude de *tout ce qui nous entoure* et nous touche, avec les *propriétés de la matière*, la *physique*, la *chimie l'histoire naturelle élémentaires*, la *Géographie,* étendue à l'*étude de l'univers*, à la *Cosmographie*, la *structure de l'homme,* l'étude des *langues modernes*, tel est le début de l'enseignement : tout est concret, tout est science, tout est vérité ; rien encore des œuvres d'imagination, ni de ces fausses sciences que l'on trouve dans les poètes et qu'on a tant de peine à oublier plus tard, quand il faut bien un jour substituer la vérité à l'erreur. — Plus tard vient l'étude de l'*humanité,* de l'*histoire* des *divers peuples*, puis celle des *mathématiques* et des *abstractions*, facilitée par l'étude concrète des grandeurs et de leur mesure, de la géographie et de l'astronomie de pure observation, qui ont précédé. — Enfin l'*étude des humanités*, des *œuvres d'imagination*, l'étude des *langues anciennes* et des *poètes*, en même temps que du *mécanisme des langues* des *grammaires comparées*, de la *philosophie*, et notamment de la *philosophie du langage*, que l'on fait alors en connaissance de cause.

Voilà, à ce qu'il me paraît, l'ordre logique pour le sujet. La *puissance d'observation* et d'assimilation, la *curiosité* et la facilité à provoquer le retour des impressions ou la *mémoire* : telles sont les facultés qui sont surtout mises en jeu par la première partie de ce champ d'enseignement. L'*imagination* et en même temps la raison et *le jugement*,

comme pour en tempérer les écarts, telles sont les facultés mises surtout en jeu par la seconde partie.

L'ordre dans lequel on doit faire successivement appel à chacune de ces facultés est l'ordre même de leur apparition et de leur développement dans l'évolution organique. On ne sort pas de la marche que la nature elle-même nous trace.

Je sais qu'il faudrait développer ces idées, qu'il faudrait montrer tout ce que l'on peut apprendre ainsi *successivement*, et si bien qu'on ne l'oublie plus, en *subordonnant* toujours *une étude à venir* à *une étude passée* (que l'usage auquel on l'applique, aussitôt qu'on la possède, empêche d'oublier), au lieu de ne rien pouvoir retenir de tout ce qu'on a appris simultanément, sans aucune corrélation logique, dans ces programmes universitaires si chargés, si bourrés de leçons, qu'il n'y reste aucune place disponible et qu'on ne doit plus chercher que la leçon qu'on en peut retrancher, au lieu d'en inventer une nouvelle à y intercaler et à y ajouter.

Mais je tiens à redire que cette marche est celle de l'évolution elle-même des diverses parties du cerveau et des diverses facultés de l'intelligence. Cette évolution cérébrale, à mesure qu'elle sera mieux connue, ne peut manquer d'être la base sur laquelle seront établies nos méthodes d'enseignement : elle seule fournira une marche sûre pour les études et pour l'ordre à introduire dans les matières de ces études : 1° observations concrètes, *leçons des choses* ; 2° simultanément *leçons des mots*, complications progressives de ces leçons, d'abord sur une langue, puis sur deux ; 3° *union des leçons des choses aux leçons des mots* et *emmagasinement* du plus grand nombre possible de connaissances, tant en choses ou en phénomènes, qu'en expressions ou en mots. Je tiens beaucoup à cet emmagasinement, à l'épreuve qu'il est bien et dûment effectué, c'est-à-dire que, à l'appel du souvenir, soit par *récitations*, soit par *compte rendus*, la mémoire ramène immédiatement à notre disposition l'objet ou l'expression demandés. S'il en est autrement, il faut s'efforcer de développer par l'*exercice*, par le fréquent retour des vibrations de la cellule nerveuse, siège de la perception, cette mémoire qui doit rappeler les mots en faisant *réciter de beaux modèles* de littérature dans toutes les langues, et les choses en faisant *raconter ou écrire les phénomènes observés*, de manière à avoir la certitude que ces phénomènes sont ramenés par le souvenir, aussi bien que les mots, sous le regard du sens intime, dans tous leurs détails, quels qu'en soient le nombre et les qualités ; 4° après l'observation concrète, après l'étude des mots et l'exercice de la mémoire des choses et des mots, vient l'exercice du *jugement*, c'est-à-dire l'étude, par comparaison, des objets ramenés devant la conscience par la mémoire et, à sa suite, la conclu-

sion ou l'abstraction, qui n'est que le jugement résultant de cette comparaison.

Que l'on applique cette méthode à toutes les études, à l'enseignement primaire général ou à l'enseignement primaire d'une partie du programme seulement; ou bien encore qu'on l'applique à l'enseignement secondaire, à tout l'enseignement secondaire ou à une partie seulement de l'enseignement secondaire, telle que l'étude des langues ou même l'étude d'une seule langue, ou à l'étude des mathématiques, de la physique, de la chimie, de l'histoire naturelle, de la géographie, de l'histoire, etc. ; c'est toujours la même chose.

Jusqu'ici malheureusement, dans l'enseignement donné aux générations qui nous ont précédé, on a commencé tout au rebours de la logique. On a enseigné à l'élève toutes les œuvres d'imagination (et les œuvres réputées littéraires ne sont pas autre chose), au lieu de lui enseigner d'abord ce qui doit le plus l'intéresser, c'est-à-dire ce qui est, ce qu'il est lui-même, ce qu'est cette terre sur laquelle il vit, ce qu'est ce monde qui l'entoure, ce qu'est enfin l'univers et cette matière dont il est formé, lui comme tout le reste, les propriétés de cette matière, la chaleur, la lumière, la pesanteur, l'électricité, que sais-je? ce qu'est l'homme lui-même autant qu'on le peut connaître, les moyens par lesquels il peut entrer en relations avec ses semblables, d'abord les plus proches, les plus voisins et les contemporains, jusqu'aux plus éloignés, jusqu'aux anciens qui nous mènent par la main à l'histoire, à la philosophie et aux œuvres d'imagination, par lesquelles un enseignement doit finir au lieu de commencer.

Tout a été jusqu'à ce jour si illogique dans notre enseignement, que le même vice dont j'essaie de montrer l'existence dans le cycle de l'ensemble des études, n'existe pas moins dans la manière d'étudier chaque chose et jusqu'à chaque langue en particulier; car on a grand soin d'enseigner à l'élève d'abord la partie abstraite et par cela même, dès le principe inintelligible, d'une langue (la grammaire), avant d'en apprendre la partie concrète, usuelle et utile. Renversez la méthode et je puis vous garantir, par expérience, en 10 fois moins de temps, au moins, des résultats 10 fois plus satisfaisants : j'en ai eu l'épreuve faite sous mes yeux.

Il serait si simple de suivre dans l'enseignement des langues la marche de la nature, celle que l'on suit dans l'étude de sa propre langue maternelle : les parler d'abord par mots simples, monosyllabiques; simplicité dans les idées égale à celle des mots; complication graduelle, comme celle par laquelle passe l'enfant, s'élevant par degrés, dans sa famille, à la connaissance de sa propre langue, sans y prendre aucune peine : l'élève n'en prendrait pas davantage en suivant cette méthode à

l'école. — Agissons de même pour les choses. Quoi de plus aride et de plus rebutant que l'étude des mathématiques pour les élèves qui n'ont pas de goût ou de vocation décidée pour cette science! L'arithmétique même, si vous ne faites que des chiffres, pour peu surtout que les opérations s'allongent de nombres de plusieurs chiffres, est aussi intolérable que tout autre. Au lieu de commencer par aligner ces chiffres, par additionner ou multiplier ces nombres, les soustraire ou les diviser, allez avec vos élèves sur un terrain, mesurez en les bords, puis les contours, puis la surface, la hauteur des édifices, le cube des bâtisses ou des montagnes, les divisions et les accidents de terrain, les cours d'eau qui le traversent, etc. Il n'y a pas de problème compliqué que ces élèves n'abordent avec plaisir, au retour de cette promenade, après avoir eux-mêmes recueilli sur le sol, en les mesurant, les diverses données de ce problème. Toujours le concret au début, l'impression des choses, l'impression recueillie par l'organe des sensations spéciales ou par les organes des sens. Alors l'esprit opère sur des éléments dont il se représente toujours une image; non seulement l'objet existe, mais le but existe et l'élève s'y intéresse. Dès que vous avez fait naître l'intérêt du but et que vous avez pu ajouter cet intérêt à celui que provoque la connaissance de l'objet, vous avez excité l'attention de l'élève, il fera à coup sûr ses opérations avec un soin qui ne peut manquer de le rapprocher de la perfection.

Cette simple esquisse de quelques exemples des réformes que la connaissance de l'évolution organique apportera à l'éducation, paraît assez logique. Et pourtant plus d'un philosophe a tourné ce système en ridicule, comme si cela pouvait l'empêcher d'être l'expression de la vérité. Tourner en ridicule les partisans de l'évolution organique, ce n'est pas les combattre, ni moins encore les vaincre par la logique. L'évolution est une loi de développement incontestable, ce n'est pas une affaire de sentiment ni de démonstration : c'est un fait, il suffit d'y regarder pour le voir. Elle ne fait en rien préjuger, comme le disent certains plaisants, l'apparition d'une espèce supérieure à la nôtre, et ceux qui en ont étudié les manifestations n'ont pas entendu poser seulement de pareilles questions. Mais ces lois, bien comprises, obligent à apporter aux anciennes méthodes d'enseignement, d'utiles, d'indispensables modifications. Je ne puis douter qu'en en prenant connaissance d'une manière sérieuse, on en méconnaisse plus longtemps la valeur et l'on ne sente l'urgence qu'il y a à suivre, dans le mode d'administrer à l'élève l'aliment intellectuel, une marche conforme à celle que suit dans son développement l'organe destiné à recueillir ou à élaborer cet aliment: s'obstiner à faire autrement, c'est absolument comme si l'on voulait obliger l'estomac et l'intestin du

nouveau-né à digérer de la viande au lieu de lait et des légumes secs au lieu de panade.

Je n'en ai pas fini avec l'évolution organique comme base des méthodes d'enseignement. Je dis, en effet, l'évolution organique *individuelle* et non pas simplement l'évolution organique générale, parce que dans l'évolution de l'homme ou du cerveau de l'homme, comme élément de détermination de l'ordre à suivre dans l'enseignement, il faut ajouter à l'ordre de succession des facultés se produisant chez tous les individus, la prédominance d'une faculté chez tel ou tel individu, c'est-à-dire la différence des *aptitudes*, qui est un élément non moins important de détermination des matières à enseigner et du mode à suivre dans leur enseignement. Vous ne changerez jamais les aptitudes : apprenez donc à les connaître, à les distinguer et à les déterminer. Amoindrir les mauvaises qualités, développer les bonnes par l'exercice : là est le secret de l'éducation, pour les hommes comme pour les animaux, comme pour les plantes. De là seul résulte le pouvoir de retirer de chacun d'eux ce qu'il peut donner de meilleur.

Quand on fait l'enseignement des enfants, non seulement il faut suivre les lois de l'évolution, c'est-à-dire suivre dans l'ordre des matières de l'enseignement, l'ordre de développement des facultés dépendant du développement des organes qui sont en relation avec ces facultés et avec ces matières, d'abord l'observation, la recherche, l'étude, la mémoire, puis le jugement, etc.; mais encore il est un principe important à appliquer dans l'enseignement, c'est de connaître de bonne heure les aptitudes de chaque élève et de s'attacher à les développper, bien entendu en les supposant favorables. Il serait aussi inutile de chercher à en créer une absente, que de chercher à faire porter des pêches à un poirier et des pommes à un abricotier. Malheureusement, ce n'est guère connu, encore moins utilisé! C'est ce qui fait que, malgré les immenses services qu'elles rendent, les grandes écoles, comme les écoles normales, centrales, etc., présentent souvent des inconvénients sérieux. Elles jettent tous les disciples dans le même moule et ne peuvent en faire sortir souvent que des inégalités par trop choquantes! Comment ne pas s'affliger, quand on est bien pénétré de cette inégalité, de l'ignorance dans laquelle on rencontre, à cet égard, ceux qui devraient en être le moins atteints. Je me rappelle avoir parlé un jour, dans le cabinet d'un ministre, à son secrétaire intime, de ces différences d'aptitude et de l'importance, en même temps que de la difficulté, qu'il y a à les connaître : « Je ne connais, me répondit-il, que deux sortes d'aptitudes : celle à travailler et celle à ne rien faire. » Certes rien n'est plus faux, et je fus profondément attristé à la pensée que je n'avais pas pu provoquer d'autre réponse que celle-ci. De même, comment nos législa-

teurs, nos députés, n'ont-ils rien trouvé de mieux à faire en fait d'enseignement que ce qui a été fait? c'est affligeant. Cela tient sans doute à ce que nous ne sommes pas mûrs pour ces questions : aussi les soulever seulement ici me donne l'espoir d'être un jour utile.

C'est quand on est médecin, et surtout physiologiste, que l'on sent que rien n'est variable d'un homme à un autre homme comme les aptitudes. Si les pédagogues connaissaient, comme les médecins, quelles différences profondes existent entre les constitutions, les tempéraments, les idiosyncrasies, quelles différences dans la manière dont un homme et un autre homme digèrent, se nourrissent, supportent le mal et tolèrent le remède, assurément le pédagogue ne nierait plus les aptitudes. Du reste, pour peu qu'il ait bien voulu observer, le plus infime pédagogue n'aura pas tardé à voir que ses élèves ont des goûts différents, qu'ils ont des aptitudes différentes à chercher, à regarder, à être curieux, à saisir ce qu'on dit, à le retenir, à le garder, à le redire par souvenir, à le comparer, à le juger, etc. Chez un élève, par exemple, on admire une grande facilité de souvenir, mais on regrette qu'elle s'associe, comme par un fâcheux contraste, avec une légèreté, quelquefois même avec une insuffisance totale de jugement et de justesse dans le choix ou la décision. Chez un autre, c'est tout le contraire : le jugement est aisé, l'élève voit droit, vite et bien, mais il a beaucoup de peine à se rappeler ce qu'il a confié à la mémoire. Autres différences : l'un a du goût et de la facilité pour les arts, un autre pour la littérature, la poésie, l'art dramatique, un autre pour les sciences, l'expérience, la physique, la chimie, etc., un autre pour les mathématiques, etc. Ces aptitudes sont aussi distinctes, aussi accusées que chez les animaux de même espèce, mais de race différente, dont les diversités d'aptitudes sont en rapport avec les variations d'organisation, si remarquables chez les chevaux, les chiens, etc.

Tous les pédagogues observateurs ont bien remarqué que ces différences d'aptitudes se révèlent même dès les premiers moments de l'existence, pour ainsi dire. Mme Pape Carpantier dit qu'il faut avoir constamment en vue, non de forcer à naître de précoces aptitudes, mais de satisfaire et d'entretenir celles qui se manifestent d'elles-mêmes. *(Enseignement pratique dans les écoles d'asile*, p. 4.*)* Il faut, dit encore un philosophe contemporain, au lieu d'imposer au hasard tel ou tel genre d'études, consulter les goûts naturels de l'élève et essayer de deviner ou plutôt de reconnaître sa *vocation* (V. Compayré, *Traité de l'Education*, t. II, p. 433.)

Amoindrir les défauts, augmenter les qualités, pour l'homme comme pour les animaux, comme pour les plantes : toute l'éducation est là; on ne crée rien, on peut modifier tout.

Ainsi l'evolution organique individuelle est la loi de développement de

nos facultés. Elle doit servir de base à l'ordre de nos études. C'est sur sa connaissance encore imparfaite, mais devenant de jour en jour mieux appréciée et plus complète, qu'est fondée la marche que la pédagogie doit suivre dans l'enseignement de toutes les connaissances qui constituent son domaine, aussi bien celles des langues que celles des choses, aussi bien chaque science en particulier que l'ensemble des sciences humaines.

Mais ce n'est pas tout : un autre facteur doit entrer dans l'appréciation que nous devons faire des matières d'enseignement à distribuer à nos élèves, et de l'ordre dans lequel ces matières doivent être distribuées. Une source d'où découlent, comme des lois de l'évolution, les principes de l'éducation, c'est la *condition* ou l'*utilité sociale*. La première base est physiologique, celle-ci est en quelque sorte historique. C'est ce que M. Compayré, qui a écrit dernièrement un bon *Traité de l'Éducation*, appelle improprement, à mon sens, la science de la destination de l'homme et du but de son existence, la morale en un mot. En déterminant les conditions idéales de la destinée de l'espèce et des individus, ajoute ce philosophe, on s'assure le moyen de résoudre ces problèmes essentiels : « *Que doit-on enseigner ? quel est l'objet, le but de l'éducation ?* » Quant à moi, je crois que c'est l'état social qui dirige surtout cette recherche : ainsi, la vie de ce siècle, cette vie de découvertes nouvelles, cette vie de science et d'application de la science, cette vie de commerce, d'industrie, etc., est évidemment toute différente de celle du siècle dernier. Or cette différence commande une différence dans les connaissances utiles, indispensables même à acquérir. C'est donc évidemment la différence de notre état social, et non de notre destinée, la condition actuelle de notre manière de vivre en société et non les conditions idéales de notre existence et de notre fin, qui règle les lois de notre enseignement : *Que devons-nous apprendre ? qu'avons-nous besoin d'apprendre ?*

Aussi, malgré tout ce qui a été dit de beau, de bon, de vrai, de profond sur l'enseignement, par les Bossuet, les Fénélon, les Rollin, etc., il ne faut pas s'étonner que nous devions penser autrement qu'eux en fait d'éducation. La nature de l'homme, mieux connue, exige que nous nous conformions à la loi de développement de ses facultés ; mais le changement dans ses conditions sociales ne jette pas moins de changement dans les méthodes et surtout dans les sujets d'instruction : *il faut fléchir au temps*.

L'influence de l'état social sur le mode et les sujets d'instruction est nécessairement considérable. L'enseignement au siècle de Louis XIV ne devait pas être ce qu'il est maintenant. Abstraction faite de toute autre influence, quelle n'est pas celle des lettres ou des sciences ? Il est évident qu'autrefois l'enseignement littéraire était le plus important, et avait le pas

sur tous les autres, par cette bonne raison que la science, au berceau, ne pouvait pas se comparer, pour l'importance, le temps qu'on lui consacrait, la peine qu'elle donnait, avec la littérature. Aussi les humanités, les belles-lettres, anciennes et modernes, grecques, latines et françaises, étaient l'objet principal, sinon exclusif, des études. Aussi, avec notre facilité, notre imagination, fécondées par ces fortes études littéraires, avons-nous eu des générations d'esprits brillants et de grands littérateurs.

Au contraire, aujourd'hui, les pas de géant de la science dans les cinquante dernières années, le mélange des langues, ou plutôt de notre langue avec celles des peuples amenés par les chemins de fer, qui introduit forcément dans chaque langue tant d'expressions étrangères et de tournures différentes que chaque langue tend à perdre de plus en plus son caractère privé pour devenir cosmopolite, ont tellement donné le pas à la science sur la littérature, que c'est forcément la première qui doit l'emporter sur la seconde, qui doit la primer, qui doit être enseignée conséquemment avec plus d'importance et de développement, même au détriment de celle-ci. Il faut bien se le dire et en prendre son parti, dans lequel parti, du reste, il n'y a rien de bien pénible, si l'on songe aux services que nous pourrons tirer un jour de la science : « les savants auront le pas sur les littérateurs. »

Et il en sera ainsi, des peuples comme des individus. Nous ne sommes plus dans le siècle de l'éloquenee ou des belles-lettres, nous sommes dans le siècle de la science. Eh bien, celle-ci doit avoir la prééminence, c'est elle qui doit commencer et non finir l'instruction, comme c'est encore malheureusement l'usage chez nous ; c'est elle qui doit être répandue dans toute la masse de la jeunesse, elle doit former le fond même de l'enseignement.

La partie littéraire est moindre, ou du moins elle ne doit être poussée aussi loin qu'autrefois et absorber la majeure partie du temps que chez les jeunes gens dont les aptitudes sont décidément tellement prononcées pour les belles-lettres que leur temps se perdrait aux mathématiques ou aux sciences, tandis qu'on peut en espérer des chefs-d'œuvre littéraires.

Ce n'est pas à propos de la science qu'on peut dire ce qui a été avancé de la société française, à la conversation brillante, aux salons si attrayants, qu'elle savait tout, sans avoir pris la peine de rien apprendre. Et effectivement avec de l'imagination, du feu, de l'esprit, de l'entrain, on peut produire des œuvres littéraires, même durables (quoique ces dernières se passent rarement de l'érudition, ainsi que des soins et du polissage du temps : le temps respecte peu ce qu'on a fait sans lui) ; mais il est absolument impossible d'en dire autant des œuvres de science : pour celles-ci il faut de l'étude, de l'observation, des recherches, de la démonstration, elles sont moins personnelles. Chacun peut faire une découverte,

sans doute ; mais il n'y a qu'une vérité dans cette découverte, cette vérité est la même pour tous, il faut la chercher ; mais une fois trouvée, elle a une durée éternelle, car elle est une partie du développement de la science même et du trésor de l'esprit humain.

La littérature n'offre rien de pareil. Aussi le temps est passé où, par sa langue seule et sa merveilleuse littérature, sinon par d'autres côtés, la France pouvait aspirer à l'honneur de diriger les nations ; la prépondérance dans le domaine intellectuel, qu'elle devait à cette langue et à cette littérature, elle ne peut plus la conserver, justement, parce que cette langue et cette littérature, quelque remarquables qu'elles soient, doivent aujourd'hui céder le pas à des conquêtes de l'intelligence humaine bien supérieures par l'importance qu'elles ont pour le progrès de l'humanité, je veux parler des conquêtes scientifiques. Aussi, malgré le prix du style qui, quoi qu'on dise, ne périra pas, et qui a même le mérite d'être pour la science une forme qui aide à la propager, en même temps qu'une enveloppe éminemment conservatrice, comme ces coffres de cèdre qui préservaient les objets précieux des injures des insectes et du temps, on attribue aujourd'hui, dans le monde, moins d'importance à l'art d'exposer ses pensées, ses connaissances et même ses découvertes, qu'à la facilité de multiplier ces mêmes découvertes, de les féconder par le travail, de les faire tourner, par d'heureuses applications, au bonheur de l'humanité.

Les peuples sont engagés dans une lutte de rivalité, non plus littéraire, mais scientifique. Or, la science demande le travail et toujours le travail. Il ne suffit pas d'un peu plus ou d'un peu moins d'imagination, ou d'un moment d'inspiration. Non, pour découvrir une nouvelle vérité scientifique, il faut d'abord savoir beaucoup, puis il faut, en outre, y penser toujours, comme Newton pour découvrir la gravitation.

Ne nous plaignons pas d'ailleurs qu'au siècle des lettres ait succédé le siècle des sciences : La science fait de l'homme le maître de la nature ; les éléments, savamment dirigés, deviennent nos serviteurs ; l'ignorance nous en rend les esclaves, sinon trop souvent les martyrs. Mais seulement, sachons changer la direction de notre enseignement et donner le pas aux sciences sur les lettres ; substituer, dans le début de l'éducation, la connaissance de la nature à celle du beau langage, ou simplement des langues dont nous n'avons pas un besoin immédiat ; habituer enfin l'esprit à penser sévèrement avant de le former à exprimer richement ses pensées.

Ainsi les conditions sociales du sujet, l'utilité sociale des connaissances qu'il doit posséder, le parti qu'il en pourra tirer pour le bien de la société même au milieu de laquelle il vit, plus encore que pour sa propre utilité, commandent, autant que son évolution organique et ses aptitudes,

les éléments et la méthode de son éducation. Seulement, tandis que l'évolution organique règle surtout l'ordre de ces matériaux d'éducation, les conditions sociales dirigent plutôt la nature des matériaux qui doivent constituer le fond même de cette éducation. A la première est dévolu le choix des méthodes dont il fera usage et l'ordre dans lequel se fera son éducation ; aux secondes appartient la détermination des connaissances même que nous devons lui enseigner. Toujours nous aurons égard à son évolution pour la méthode et l'ordre ; à ses aptitudes comme à ses conditions sociales pour la nature de son instruction.

Et pour conclure, il nous reste à répéter :

1° Que de l'*évolution organique* individuelle résulte surtout l'*ordre* dans lequel nos facultés doivent être utilisées en éducation : la conséquence la plus saillante de cet axiôme est que l'enseignement du concret passera toujours avant celui de l'abstrait, et que le développement de la mémoire précédera toujours celui du jugement.

2° Que des différences *individuelles* résulte la classification des aptitudes bonnes à développer chez l'un ou chez l'autre, variant naturellement d'un sujet à l'autre, et réclamant pour chacun des matériaux d'instruction en rapport avec ses aptitudes. La seule généralité qui découle de ce principe est de savoir d'abord discerner les aptitudes de nos disciples, ensuite de nous efforcer de développer celles qui sont prééminentes, même au détriment des autres, à moins qu'il n'y en ait de ces dernières dont l'utilité oblige à conserver et à accroître l'importance.

3° Que de l'*état social* résulte la nature des sujets qui doivent être *enseignés de préférence*, dans un système complet d'éducation, et l'ordre de *subordination* dans lequel on doit les enseigner. La conséquence immédiate qui se déduit de ce principe, c'est de déterminer d'abord avec précision quelles sont les conditions sociales au milieu desquelles nous vivons, et de mesurer ensuite dans quelles proportions notre élève prend plus ou moins de part à ces conditions sociales, soit pour le profit qu'il en tire, soit pour les services qu'il peut être appelé à rendre à la société.

Il y aurait encore bien des choses à dire sur la part à faire aux repos, aux exercices, aux changements d'occupation, à l'hygiène, à la gymnastique, au sport, etc. ; d'autres sur la manière de transmettre la science que l'on doit donner, sur la récitation, le compte rendu, le devoir écrit ; ou sur la manière de connaître un auteur, ou une histoire, ou d'aborder les questions scientifiques. Mais ce sont autant de sujets à traiter successivement : les uns, à l'occasion de l'enseignement primaire ; les autres au sujet de l'enseignement secondaire. Plus tard, en faisant un plan d'études pour l'un ou l'autre enseignement, il sera intéressant de tracer des programmes, des cours d'études, et de les comparer à ceux

de nos principales maisons d'instruction publique ou de nos établissesements universitaires.

Ici, nous ne nous étions pas proposé de faire autre chose que de rechercher les bases nouvelles de l'éducation moderne. Aborder les sujets en question, ce serait entrer dans l'application.

DISCUSSION

M. Glaize, juge suppléant au tribunal de Montpellier, tout en adressant ses félicitations à M. Courty sur son travail, regrette qu'il se soit servi du mot de *facultés*, lequel semble n'être pas d'accord avec les prémisses posées au début de son mémoire. Au point de vue où s'est placé M. Courty, on ne devrait s'occuper que des fonctions de l'intelligence. Le mot de *facultés* ne saurait, il est vrai, être suppléé par un autre pour exprimer ce qu'il exprime, mais ici c'est à l'idée même rendue par ce mot qu'il faudrait en substituer une autre, et le mot de *fonctions* semble mieux convenir. M. Glaize fait encore des réserves sur l'époque où apparaît le jugement. Suivant lui il résulte des principes de l'école associationataire que, si la mémoire est le fondement de l'intelligence à qui elle fournit un riche matériel de représentation, le développement du jugement commence dès le premier âge, puisqu'il se rattache aux dissociations des représentations, et aux associations par similarité formées avec les éléments fournis par ces dissociations. Il paraît indispensable, pour assurer la formation d'un bon jugement, de surveiller dès le premier âge et de diriger par des exemples ces *associations premières* qui sont le rudiment de ce qui plus tard apparaîtra comme fonction de jugement.

M. Kownacki, chef d'institution à Paris, reconnaît qu'il est difficile en cette matière de séparer la philosophie des recherches médicales, mais il ne veut aborder que le point de vue pédagogique. Sans doute on doit développer la mémoire, mais on doit protester contre l'abus qu'on en fait. Elle ne doit pas être un réceptacle commun de connaissances disparates, et on devrait mettre un ordre raisonnable dans les exercices qu'on lui impose.

M. Rozy dit, à propos de la communication de M. le professeur Courty, qu'il ne faut assurément pas jeter dans un même moule toutes les jeunes intelligences ; mais un enseignement spécial, donné à chacun suivant la forme de son développement intellectuel, n'est pas possible en pratique. L'enseignement public notamment deviendrait complètement impossible. De plus, sans négliger les sciences, il ne faut pas leur sacrifier l'éducation littéraire qui donne le revêtement de la pensée sans mettre la forme avant le fond, encore faut-il cette forme et la faut-il claire, nette et élégante.

M. Courty demande que l'on cultive la mémoire qui doit alimenter les idées. Sans elle le vide se fait dans l'intelligence qui périt faute d'aliment.

M. Fréd. Passy, résumant la discussion, dit que les personnes s'occupant d'éducation doivent discerner les aptitudes et les diriger dès qu'elles se manifestent, sans s'efforcer de jeter toutes les intelligences dans le même moule. Il faut développer le jugement, car la mémoire seule est un emmagasinement stérile : l'esprit doit assimiler, digérer, et non seulement ingurgiter. Il faut,

à mesure que la mémoire se développe, faire grandir avec elle le discernement, le jugement, développer aussi la force intellectuelle, vitale, d'assimilation en la mettant dans les milieux qui lui sont les plus propres, et en ne cessant de la guider et de la diriger.

M. MENIER

Député de Seine-et-Marne.

DE LA TRANSFORMATION DES OCTROIS EN TAXE DIRECTE

(EXTRAIT)

— *Séance du 30 août 1879.* —

Les centimes additionnels communaux ne représentent que le tiers ou le quart environ des recettes des communes françaises; en 1871, d'après un rapport officiel, les communes de France, Paris excepté, avaient un budget de 313 millions de recettes ordinaires et de 212 millions de recettes extraordinaires; ces dernières ne consistaient guère qu'en emprunts ou aliénation de domaines.

En Angleterre, en France, le droit qu'ont les comtés, les départements, les bourgs ou les municipalités de s'imposer, de contracter des emprunts, est limité. Je le conçois, tout en constatant que l'Etat ne s'est pas montré d'une telle sagesse dans ses dépenses et dans son administration qu'il puisse justifier de son droit de tutelle.

En France, les départements, comme les comtés en Angleterre, ne peuvent avoir recours qu'à des taxes directes pour subvenir à leurs dépenses. Pourquoi, en France, donne-t-on aux communes le droit, au contraire, de frapper de taxes indirectes la plupart des objets de consommation dont elles ont besoin?

Si les départements avaient établi des octrois, on aurait assisté à la résurrection des douanes intérieures. C'eût été trop choquant. On s'est borné à les rétablir pour les villes.

On reconnaît qu'une ville se développe, quand sa population s'accroît, quand ses affaires augmentent. Alors le prix de ses terrains hausse, ses maisons ont une plus-value. Une ville, au contraire, est en décadence, quand sa population diminue, quand ses affaires décroissent. Le prix de ses terrains baisse et ses constructions ont une moins-value.

Or que fait notre intelligente fiscalité par ses droits d'octroi?

Elle éloigne les habitants des villes, en frappant de droits énormes tous les objets indispensables à la vie; elle empêche même de construire en frappant les matériaux de construction de droits dont il faut faire l'avance longtemps avant que les maisons construites puissent rapporter de l'argent; elle écarte l'industrie

des villes en frappant la houille, le bois, en augmentant la cherté de la main-d'œuvre par la hausse factice des salaires. En un mot, l'octroi semble avoir été inventé pour empêcher les villes de se développer.

Il n'y a pas d'impôt plus vexatoire, plus onéreux aux consommateurs pauvres, plus nuisible au développement de la richesse publique que l'octroi.

Les cahiers des Etats généraux en réclamaient l'abolition avec énergie.

Le 19 janvier 1791, l'Assemblée constituante, sur le rapport de M. de La Rochefoucauld, décréta la suppression de tous les impôts perçus à l'entrée des villes, bourgs et villages, proclamant à l'unanimité la nécessité de donner des débouchés à l'industrie et de dégager le commerce de toute entrave. C'était la confirmation du principe de la liberté du travail déjà affirmé par elle.

L'octroi ne reparut qu'avec la réaction, le 27 vendémiaire an VII. Sa réapparition fut timide, toute sournoise et honteuse. Il apparaissait seulement à Paris, simplement comme un remède d'urgence et d'impérieuse nécessité à des maux pressants.

« Il sera perçu, disait la loi, par la commune de Paris, un octroi municipal et de bienfaisance, spécialement destiné à l'acquit de ses dépenses locales, et de préférence à celles des hospices et des secours à domicile. »

Un règlement de 1809 établit cinq catégories en dehors desquelles aucun objet ne peut être taxé : les boissons et liquides, les combustibles, les comestibles, les fourrages et les matériaux. Il est vrai que ces catégories comprennent tous les objets. Il y a peu de temps encore, le blé était taxé, à son entrée à Paris.

Non seulement l'octroi arrête la circulation, mais encore il frappe la liberté du travail.

M. Frère-Orban, dans l'exposé des motifs du projet de loi qui supprime les octrois en Belgique, avait constaté cette grave conséquence. « Une guerre intestine de tarif, dit-il, une guerre à l'état latent, mais des plus pernicieuses pour la consolidation de l'unité nationale, existe entre nos communes; car de l'impossibilité, dans la plupart des cas, d'établir sur la même base la taxe à l'importation et à la fabrication, résulte celle de produire exactement les deux taxes... »

Il y a donc inégalité entre telle ville et telle ville; il peut dépendre du caprice d'un conseil municipal, que dis-je! d'un administrateur, de ruiner une industrie dans une ville.

L'empereur avait peur des agglomérations ouvrières qu'appelaient à Paris les grandes usines. M. Haussmann, secondant sa politique, voulut les expulser de Paris. « La grande industrie, disait-il, répand des torrents de fumée, trouble la sérénité du ciel. » Pour en débarrasser Paris, il proposa, en 1867, un droit exorbitant sur la houille. « Le droit sur la houille, disait-il sans dissimuler le moins du monde le but qu'il poursuivait, met un frein à l'augmentation des grandes usines dans Paris. »

Il y a 1,530 octrois pour toute la France. Le Finistère en compte 185 à lui tout seul; le Nord, 65; les Bouches-du-Rhône, 56; le Var, 50; Vaucluse, 46; l'Isère, 43, le Lot-et-Garonne, 42; la Seine, 41.

La population soumise à l'octroi était :

1872	10.462.000 habitants.
1873	10.517.000
1874	10.541.000
1875	10.555.000
1876	10.482.000

C'est plus du quart de la France.

Le produit total des droits perçus a été :

En 1872 de	Fr.	199.530.000
1873 de		211.205.000
1874 de		201.043.000
1875 de		235.948.000
1876 de		249.510.000

Les frais de perception ont été :

En 1872 de	Fr.	17.510.000
1873 de		18.214.000
1874 de		18.614.000
1875 de		18.967.000
1876 de		19.571.000

Le produit net a été :

En 1872 de	Fr.	181.922.000
1873 de		192.875.000
1874 de		182.497.000
1875 de		214.115.000
1876 de		229.866.000

Les frais de perception des octrois ont beaucoup diminué depuis une vingtaine d'années. Ils n'en restent pas encore moins élevés. Ils ont été en moyenne pour toute la France de 8.27 pour 100 en 1875, de 8.87 pour 100 en 1876.

Le produit des droits de vins en cercles et en bouteilles a été de :

En 1872 de	Fr.	64.739.000
1873 de		66.658.000
1874 de		56.087.000
1875 de		74.415.000
1876 de		80.743.000

Le produit des alcools a été :

En 1872 de	Fr.	6.628.000
1873 de		12.117.000
1874 de		13.120.000
1875 de		15.099.000
1876 de		15.550.000

Les recettes de l'octroi de Paris ont été de 124 millions en 1876, de 132 millions en 1878 ; elles ont été évaluées à 127 millions pour 1879 ; elles

sont montées pour les six premiers mois à plus de 65 millions ; elles sont évaluées à 128,500,000 francs pour 1880.

Sur ce chiffre de 124 millions, le vin est compris pour 52,646,000 francs, l'alcool pour 8,506,000 francs, les comestibles pour 23,342,000 francs, les combustibles pour 12,573,000 francs, les matériaux pour 8,980,000 francs.

Les vins et les alcools supportent la moitié des droits de l'octroi de Paris. Tout le monde reconnaît le rôle utile que joue le vin dans l'alimentation. Chaque Parisien, en moyenne, payerait 26.50 pour cet impôt.

Mais il faut plus que doubler ce chiffre ; car si les vins payent par hectolitre 10 francs au profit de la ville, 12 francs décimes compris, ils payent le droit d'entrée au profit du Trésor 9 fr. 50 c., avec les décimes 11 fr. 87 c.; total 23 fr. 87 c., soit un prix plus élevé que la valeur vénale des vins de qualité commune sur le lieu de production. Plus de 40 francs par tête, pour une famille de quatre personnes 200 francs, voilà ce que coûterait l'usage du vin aux ménages d'ouvriers si les malheureux ne prenaient pas le parti de s'en priver.

A Paris, la consommation du vin est loin de répondre à l'importance de la population. Elle est environ de 180 litres par tête.

Or, dans les autres communes à octroi du département de la Seine, elle s'élève à 301 litres par habitant ; dans les communes du département de Seine-et-Oise à 269 litres ; dans 25 départements, la consommation moyenne en vins des communes à octroi est plus forte qu'à Paris.

Évidemment ce n'est pas le désir de boire du vin qui fait défaut à Paris, c'est le pouvoir d'en consommer.

Certaines personnes disent :

« Mais il y a une réforme bien simple à faire. Il est injuste qu'une barrique de Château-Yquem soit taxée le même prix qu'une barrique de vin de l'Hérault. Qu'on impose sur les vins un droit *ad valorem*. »

La question a été étudiée en 1877 au Conseil municipal et a provoqué un rapport de M. Ouvrin, dont voici les conclusions. Voici comment sont classées les diverses qualités de vins consommés dans Paris :

5 0/0 vins de luxe;
11 0/0 vins dits bourgeois ;
84 0/0 vins ordinaires.

Or, la moyenne des vins introduits de 1872 à 1875 étant de 3 millions 801.734 hectolitres,

5 0/0 représentent	198.086 hect.
11 0/0	410.200
Ensemble	608.286 hect.

Ce chiffre est donc insignifiant.

Quel est le rapport des contributions directes avec l'octroi ?

Les propriétaires se plaignent quelquefois « des charges qui pèsent sur la propriété. » C'est la locution consacrée. Les consommateurs seraient encore bien plus en droit de se plaindre des charges qui pèsent sur eux. Mais si les propriétaires examinaient bien de quelle manière sont réparties les contribu-

tions directes, ils verraient que la plus petite partie en revient aux communes.

D'après un travail publié par le Ministère des Finances en février 1877, voici comment se faisait le partage du produit des quatre contributions directes de 1876 entre l'Etat, le département et la commune :

Tableau indiquant, pour les villes ci-dessous, le partage du produit des quatre contributions directes de 1876, entre l'État, le département et la commune.

VILLES	PART REVENANT SUR LE PRODUIT DES QUATRE CONTRIBUTIONS DIRECTES			PRODUIT TOTAL des quatre contributions.	PROPORTION pour 100 de la part revenant aux communes sur le produit des quatre contributions directes.
	à l'État (1)	à la commune (2)	au départem^t (3)		
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	p. 100
Paris . . .	62.965.374 52	18.987.140 37	23.890.822 65	105.843.337 54	22.5
Lyon . . .	8.051.055 40	2.510.063 02	3.127.318 22	13.688.436 64	22.8
Marseille. .	7.156.337 83	2.266.405 29	1.662.085 67	11.084.828 79	13.9
Bordeaux .	5.917.129 07	1.539.958 02	1.595.104 40	9.052.191 58	17.5
Lille. . . .	3.291.087 08	859.828 12	737.674 58	4.888.589 78	15.1
Nantes . .	2.103.256 59	786.768 79	772.202 46	3.662.227 84	21.1
Toulouse .	2.109.445 30	504.698 53	658.519 98	3.272.663 87	20.1
Rouen. . .	2.946.954 01	827.390 74	987.086 73	4.761.431 48	20.7
Le Havre .	2.575.989 87	700.743 92	739.029 89	4.015.763 68	18.4
St-Étienne.	1.853.986 71	469.117 65	273.099 24	2.596.203 60	10.5
Reims. . .	1.601.903 66	347.401 10	484 152 35	2.433.457 11	19.8
Roubaix. .	1.391.710 42	334.715 63	412.178 41	2.138.604 46	19.2
Nîmes. . .	1.051.079 11	261.129 51	465.435 92	1.785.644 54	26.0
Amiens . .	1.432.876 48	365.550 81	375.046 43	2.173.472 72	17.2
Angers . .	1.048.877 22	343.039 62	369.311 03	1.761.227 87	20.9
Nancy. . .	1.003.900 08	247.147 24	308.815 45	1.559.862 77	19.8
Limoges. .	754.111 54	229.005 40	323.33 00	1.306.949 94	24.7
Toulon . .	828.721 13	250.541 27	229.739 68	1.309.002 08	17.5
Nice. . . .	992.659 86	423.727 23	179.096 25	1.595.483 34	11.2
Rennes. . .	787.707 00	217.307 90	216.082 08	1.221.096 98	17.6
Tours. . .	742.926 77	224.037 76	236.716 00	1.203.680 53	19.7
Versailles .	873.996 11	286.305 61	199.160 49	1.359.462 21	14.6
Grenoble. .	721.323 90	172.867 11	235.163 09	1.129.354 10	20.9

(1) Principal (moins les 8 centimes attribués aux communes sur le principal des patentes). — Centimes généraux sans affectation spéciale. — Fonds de non-valeurs sur le principal. — Fonds de secours. — Réimposition.

(2) Centimes communaux, y compris les fonds de non-valeurs et les frais de perception. — 8 centimes attribués aux communes sur le principal des patentes.

(3) Centimes départementaux. — Fonds de non-valeurs sur le produit des dits centimes.

On voit, d'après ce tableau, que, relativement, la commune ne perçoit que fort peu de chose sur les contributions directes. Ses véritables ressources lui

sont assurées par l'octroi, qui, à Paris, dépasse le total des quatre contributions et, dans la plupart des grandes villes, en approche.

Comparaison entre le produit total des droits d'octroi et le produit total des quatre contributions directes, en 1876.

VILLES	DROITS D'OCTROI total en 1876.	PRODUIT TOTAL des quatre contributions directes.	RAPPORT entre le produit de l'octroi et celui des contributions directes.
	fr.	fr. c.	p. 333
Paris	124.238.118	105.843.337 54	117.4
Lyon	11.138.497	13.688.436 64	80.6
Marseille	9.782.219	11.084.828 79	88.2
Bordeaux	4.267.331	9.052.191 58	47.1
Lille	3.717.053	4.888.589 78	76.0
Nantes	2.309.377	3.662.227 84	63.7
Toulouse	2.904.121	3.272.663 87	88.7
Rouen	3.499.820	4.761.431 48	73.5
Le Havre	2.484.347	4.015.763 68	61.8
Saint-Étienne	2.847.545	2.596.203 60	109.5
Reims	1.072.340	2.433.437 11	44.7
Roubaix	1.350.249	2.138.604 46	63.1
Nîmes	1.095.857	1.785.644 54	61.4
Amiens	1.107.082	2.173.473 72	50.9
Angers	1.096.869	1.761.227 87	62.2
Nancy	1.363.654	1.559.862 77	87.5
Limoges	1.140.029	1.306.949 94	87.3
Toulon	1.267.100	1.309.002 08	96.8
Nice	1.277.518	1.595.483 34	80.0
Rennes	1.148.469	1.221.096 98	94.0
Tours	1.023.582	1.203.680 53	85.0
Versailles	1.146.738	1.359.462 21	84.3
Grenoble	1.049.734	1.129.354 10	92.9

A Paris, tandis que, dans les évaluations du budget de 1879, les droits d'octroi sont compris pour 126 millions, les centimes communaux, impositions communales et taxes sur les chiens comprises, ne montent qu'à 24 millions 576,000 francs.

Or, c'est la propriété immobilière qui profite le plus de toutes les dépenses faites à Paris, et c'est elle qui paie le moins.

Et, en même temps, elle perd à ne pas payer, parce que si l'octroi était supprimé demain à Paris, Paris verrait son industrie et sa population instantanément doubler.

La question se pose donc ainsi :

Supprimer peu à peu, à l'aide de transitions, que je n'ai pas à déterminer,

les octrois, les droits sur les halles et marchés, tous les impôts qui frappent la circulation et la consommation, et les remplacer par des impôts directs.

Quel impôt direct ?

Pour mon compte personnel, je ne serais pas embarrassé de répondre. Mais j'ai assez de confiance dans mon système pour croire qu'il a tout à gagner de l'expérience. Aussi j'en fais abstraction, et je demande tout simplement que les communes aient le droit de remplacer leurs octrois par des taxes directes dont elles déterminéront elles-mêmes l'assiette.

Ainsi se feront des expériences multiples. Telle commune essaiera un système, une autre en essaiera un autre; et, en définitive, toutes finiront par adopter le meilleur et le plus simple, au bout d'un nombre d'années plus ou moins grand. Voilà de la décentralisation pratique.

L'État n'a à s'occuper que d'une seule garantie : c'est que l'impôt soit proportionnel.

La proportionnalité est un terme exact qui écarte tout arbitraire, toute idée de spoliation. Si on admettait la progressivité dans une mesure aussi étroite que possible, on pourrait arriver aux plus monstrueux abus. On aurait à se débattre au milieu de difficultés que crée toujours l'application d'un principe faux (1).

Si on n'admettait pas le principe absolu de la proportionnalité, l'État se réserverait le droit de déterminer la progressivité et d'approuver les taxes à l'aide desquelles les communes voudraient remplacer leurs octrois. On peut prévoir ce qui arriverait de cette ingérence de l'État. Il n'autoriserait jamais les tentatives de réformes fiscales que voudraient faire les villes. Les projets s'entasseraient. On nommerait des commissions. Ces commissions feraient des enquêtes et publieraient des rapports qui remonteraient aux impôts préhistoriques. L'autorisation n'arriverait jamais. En introduisant dans la loi le principe de la proportionnalité absolue, nous écartons immédiatement l'intervention de l'État. La délibération du conseil municipal une fois prise est valable. Elle peut être exécutée par les soins du maire du jour au lendemain.

Mon projet ne préconise aucun système ; il doit rallier tous les adversaires des octrois, c'est-à-dire tous les partisans des taxes proportionnelles aux ressources et non aux besoins.

Il donne aux Conseils municipaux une vie et une activité qu'ils n'ont pu avoir jusqu'ici. Il fait enfin de la véritable démocratie et permet d'essayer de sérieuses réformes économiques.

Il a enfin ce grand avantage au point de vue politique : immédiatement, les bienfaits de cette réforme se font sentir à la grande majorité des habitants des villes et à tous les habitants des campagnes.

PROPOSITION DE LOI

Article Premier. — Les Conseils municipaux des communes soumises à l'octroi sont autorisés à remplacer leurs octrois par des taxes directes.

(1) V. *Théorie et application de l'impôt sur le capital*, l. V, ch. x.

Art. 2. — Ils pourront eux-mêmes déterminer l'assiette de ces taxes.

Art. 3. — Ces taxes devront être proportionnelles.

Art. 4. — Les communes pourront, à l'aide de centimes additionnels ajoutés au principal de leur taxe locale, se rédimer envers le Trésor des taxes perçues pour son compte à l'entrée des villes (1).

DISCUSSION

M. Rozy déclare que tout le monde est bien actuellement d'accord pour condamner l'*octroi*, mais il combat l'établissement spécial d'un impôt foncier. Les services municipaux profitent à une collectivité : les détenteurs de propriétés foncières ne doivent pas seuls en supporter le poids. Il est de toute justice que cette charge grève tous ceux à qui les services en question peuvent être utiles.

M. Guyot dit que la Belgique a déplacé l'assiette de l'impôt quand elle a supprimé les octrois, et qu'elle y a gagné de détruire ainsi de petites barrières pour répartir les charges sur l'ensemble de la nation. Défendant les idées émises dans le travail de M. Menier, il maintient que les propriétaires sont les plus intéressés au développement, à l'entretien et à l'embellissement des villes. D'ailleurs, par répercussion, ils récupéreraient sans peine l'avance qu'ils auraient dû faire.

M. Rozy remarque que ce sera toujours le public qui paiera et non le propriétaire.

M. Bouvet pense qu'on a bien exagéré les inconvénients des octrois. Le consommateur ne les supporte pas définitivement, car il fait à son tour payer plus cher son travail, son industrie ou ses produits : la répercussion amène une distribution régulière des charges. Il est juste, d'ailleurs, que les habitants de la campagne qui profitent de certains avantages de la ville, pour leurs approvisionnements, par exemple, supportent quelque peu des charges de ses habitants. Mais M. Bouvet se montre adversaire de l'impôt proposé par M. Menier : rien n'est difficile pour le petit commerce et pour la classe ouvrière comme de payer une somme à échéance fixe, et ici le paiement de l'impôt viendrait s'ajouter encore au paiement du loyer, au lieu de s'opérer au jour le jour et insensiblement comme par l'acquittement des droits d'octroi. A ce point de vue ce ne serait pas une amélioration. De plus il n'est pas prudent de s'adresser à une seule classe de contribuables, car on pourrait craindre un jour le fléchissement de l'impôt : en s'adressant à tout le monde, rien de pareil n'est à craindre.

M. Yves Guyot reconnaît que la répercussion continue au delà du consommateur, mais la question est de savoir qui fera l'avance de l'impôt. Dans le système actuel ce sont les classes pauvres, et pour pouvoir récupérer sur le salaire l'impôt qu'elles ont payé, il faut parfois recourir à des luttes, à des grèves. Et puis, qu'un chômage survienne, l'impôt reste, mais le salaire est supprimé!

(1) Ce projet a été déposé à la Chambre des députés dans la séance du 24 janvier 1880.

M. Muller, professeur au lycée de Montpellier, fait remarquer que l'adoption de l'impôt proposé par M. Menier ferait aux propriétaires une situation analogue à celles des *curiales* de la fin de l'empire romain. De plus une semblable mesure exciterait immédiatement contre une seule classe toutes les autres classes de la société à cause de l'élévation subite des loyers qui en résulterait.

M. Fréd. Passy se déclare ennemi de l'octroi, cet impôt progressif à rebours, car les objets taxés étant également consommés par tout le monde, on demande moins à celui qui a plus de ressources. Il entrave le chauffage et l'éclairage qui sont de première nécessité, il gêne la libre circulation, il donne une prime à la fraude, et encourage une foule d'industries interlopes qui forment une pépinière de malfaiteurs. Il coûte très cher directement comme perception et indirectement par la gêne qu'il cause. Aussi M. Passy approuve-t-il les conclusions finales du projet de M. Menier, laissant les villes libres de pouvoir remplacer leur octroi par une taxe locale appropriée à leur situation géographique ou financière, à condition qu'elles ne s'écartent pas de certains principes généraux posés par la loi, tels que le respect de la libre circulation et la prohibition de toute progressivité dans un sens ou dans l'autre.

M. Bouvet pense que la fraude ne résulte pas directement de l'existence même de l'octroi, mais bien de l'organisation vicieuse de la perception des droits sur les liquides et de leur exagération. Il insiste sur la facilité de recouvrement de cet impôt.

M. Guyot constate l'accord presque unanime des économistes pour réprouver l'octroi, et indique l'utilité qu'il peut y avoir pour les villes à chercher le remplacement de cet impôt par une autre taxe suivant leur situation particulière et leurs ressources.

M. DROUINEAU

Secrétaire du Conseil d'hygiène de la Charente-Inférieure.

LE BUDGET DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE (1)

(EXTRAIT)

— Séance du 30 août 1879. —

M. le Dr Drouineau expose la situation budgétaire des Conseils d'hygiène; il montre l'insuffisance des ressources que les divers conseils généraux affectent à ce service; s'appuyant sur la nécessité qu'il y a à assurer le fonctionnement régulier de cette institution sanitaire, il propose des combinaisons particulières pour fournir des ressources aux conseils.

(1) Le memoire *in extenso* a été publié *in Revue d'hygiène*, 15 octobre 1879.

Selon lui, deux sources peuvent alimenter le budget de l'hygiène publique : l'industrie, l'agglomération humaine. Pour cette dernière, il réclame de chaque commune d'une population supérieure à 1,000 habitants, une redevance de 1 franc par 100, c'est la contribution communale. Le département, à cause des besoins particuliers du département, doit être soumis à la même règle, 1 franc par 100 habitants.

L'imposition industrielle est étendue, dans le projet du Dr Drouineau, à tous les établissements classés : 3 francs pour la 1re classe, 2 francs pour la 2e classe, 1 franc pour la 3e classe.

Cette imposition est inscrite sur les patentes sous le nom de droit de visite et perçue directement par le Trésor.

En même temps, M. Drouineau réclame le contrôle constant des industries classées par l'institution d'une inspection départementale.

Enfin les établissements particuliers soumis aux inspections habituelles du jury sont taxés uniformément et sans exception du droit fixe de 3 francs.

Avec cet ensemble de ressources, M. Drouineau montre que pour le département de la Charente-Inférieure, on obtiendrait ainsi sans frais de perception et sans difficultés une somme de 13,000 francs au moins avec laquelle on pourrait aisément donner satisfaction aux premiers besoins.

Cette mesure établie par une sanction législative à toute la France assurerait un budget régulier à l'hygiène publique, M. Drouineau demande à la section de s'associer à ce vœu, ce qui a lieu après quelques observations de M. Sicard pour appuyer les conclusions de M. Drouineau.

M. E. CACHEUX

Ingénieur, Officier d'Académie.

ÉTUDES SUR LES HABITATIONS OUVRIÈRES EXPOSÉES EN 1878

— Séance du 1er septembre 1879. —

Les documents concernant les habitations ouvrières que nous avons recueillis à l'Exposition de 1878 ont été trop nombreux pour que nous puissions en donner même l'analyse; nous nous bornerons à exposer les conclusions que nous avons tirées de leur étude sur la meilleure manière d'établir un logement d'ouvriers et les moyens à employer pour en mettre le plus grand nombre possible à la disposition des travailleurs.

Établissement d'un logement d'ouvriers. — Le logement de l'ouvrier doit être :

1° Sain, sa santé étant sa seule richesse;

2° Commode, il doit pouvoir s'y plaire assez pour n'être pas tenté d'aller perdre son temps et son argent au cabaret ;

3° Économique, le prix doit en être à portée de sa bourse.

Ces trois conditions sont très difficiles à remplir; aussi avons-nous rencontré très peu de maisons convenables parmi celles dont on a exposé les plans.

Maisons a étages et habitations isolées. — On a longtemps discuté la question de savoir s'il fallait loger les ouvriers dans des maisons à étages ou dans des maisons isolées. Au point de vue hygiénique, une maison à étages bien gérée contenant des logements composés de trois pièces et cuisine et dont tous les services sont bien étudiés est aussi satisfaisante que la maison isolée, mais nous croyons que celle-ci rendra plus de services, car une maison de ce type est susceptible d'être vendue et par suite offre aux ouvriers un placement très sûr pour leurs économies à un taux très rémunérateur, *attendu qu'on loue une maison ouvrière sur le pied de 8 à 10 0/0, tandis qu'on prête de l'argent au taux de 5 0/0* quand le prêt est bien garanti.

Notre opinion est confirmée par l'examen des maisons exposées. Nous avons reproduit dans l'ouvrage sur les habitations ouvrières, que nous avons eu l'honneur de faire en collaboration avec M. Muller (1), les plans des maisons à étages citées comme modèles et qui sont :

1° Le familistère de Guise;

2° Les maisons de la Société immobilière de Berlin;

3° Les maisons de l'Association métropolitaine de Londres;

4° Les maisons ouvrières de New-York, de Madrid, de Florence, de Milan, de Christiania, de Stockholm, de Vienne, d'Amsterdam.

Nous pouvons encore citer les maisons de Peabody de Londres, celles du duc de Galliera à Gênes, les immeubles de la Société immobilière de Bruxelles, les maisons Malioutine de Moscou, etc.

Pour les maisons isolées, nous avons l'embarras du choix. Presque tous nos établissements industriels possèdent des cités ouvrières et on en trouve dans les villes les plus populeuses. Ainsi la Société coopérative immobilière des ouvriers de Paris a construit la villa des Rigoles, sur un terrain de 13^{m},90 de largeur et de 200 mètres environ de profondeur. Le terrain en bordure sur la rue des Rigoles a été réservé pour des maisons à étages et le terrain du fond a été couvert d'habitations groupées par deux.

On voit qu'il est assez facile de donner des plans d'habitations ouvrières confortables. Il est plus difficile de les mettre à exécution par

(1) *Habitations ouvrières en tous pays*, par E. Muller, O. ✻, et E. Cacheux. Baudry, 15, rue des Saint-Pères. Paris.

suite du prix élevé des constructions et du peu d'importance de la somme que l'ouvrier affecte à son loyer. Avant de passer à la description de ce qui a été fait pour développer la construction d'habitations ouvrières, disons quelques mots sur les conditions de leur établissement.

Construction d'une maison ouvrière. *Choix du sol.* — Une maison doit reposer sur un sol sec, susceptible d'être drainé, au-dessus du niveau des eaux souterraines, à une altitude convenable, à l'abri des vents dominants, à distance convenable de foyers d'insalubrité ou de voisinages dangereux.

Le constructeur est rarement libre de choisir son sol ; dans ce cas il remédiera autant que possible aux défectuosités qu'il peut présenter en recourant aux moyens dont la science dispose aujourd'hui.

Matériaux. — Le choix des matériaux à employer dépend des pays où l'on construit. Tout en écartant en principe l'emploi de matériaux hygrométriques, il faut étudier avec soin si leur emploi n'est pas possible dans des endroits abrités. — Dans tous les cas, il faut isoler les constructions situées au-dessus du niveau du sol par des couches de matières imperméables à l'humidité. Il faut aussi tenir compte de la solidité et être bien pénétré de ce fait que les réparations, dans les maisons ouvrières surtout, absorbent une grande partie du produit quand on construit trop légèrement.

Nous avons remarqué plusieurs systèmes particuliers de construction. M. Hugedé remplace le moellon par des carreaux de plâtre creux, enduits d'une couche de mortier à l'extérieur, dans le but d'avoir ses murs traversés continuellement par de l'air.

M. Stanislas Ferrand et M. Tollet font des carcasses de maisons soit en fonte, soit en fer à té, et ils remplissent les vides au moyen de briques. M. Ferrand a obtenu une médaille d'or pour une école construite d'après son système. — M. Tollet a eu la même récompense pour ses hôpitaux. On a décerné une médaille d'or à M. Lascelles, de Londres, pour ses cottages, dont les murs, les plafonds, les toitures sont de simples grillages en bois sur lesquels on visse des panneaux formés d'un mélange de ciment et de scories.

Composition d'un logement. — Nous donnons comme minimum la composition suivante, savoir :

Une chambre à demeurer (*living-room* des Anglais ; *stube* des Allemands) . . . . . $4^m,00 \times 4^m,00 = 16^{mc}$

Deux chambres à coucher pour séparer les sexes, de $3^m,00 \times 4^m,00$

Une cuisine de. . . . . $2^m,00 \times 3^m,00$

Des dépendances en nombre suffisant pour permettre à l'ouvrier de

faire quelques provisions et d'accomplir les travaux insalubres hors de l'habitation.

La hauteur des pièces devra être de $2^{m},80$ au minimum.

Nous recommandons de donner le plus de lumière possible aux différentes pièces et de dépasser les dimensions que nous donnons quand cela sera faisable, car les ouvriers se servent rarement des appareils de ventilation qu'on met à leur disposition.

Le meilleur moyen de ventilation est de disposer les pièces de façon qu'en ouvrant portes et fenêtres un large courant d'air enlève les particules odorantes qui s'attachent au mur et qui caractérisent les logements d'ouvriers.

Écoulement des eaux ménagères et pluviales. — Il est très important de faire écouler les eaux pluviales au dehors des propriétés. Il faut quelquefois les recueillir dans des puisards, qui devront être nettoyés souvent.

Dans aucun cas les eaux ménagères ne devront être dirigées dans les terres, à moins de les amener dans les trous à ordures qui feront l'office de filtres, et qui retiendront les matières grasses.

Vidanges. — L'imperfection de la vidange est très souvent une cause d'insalubrité. A la campagne, le meilleur procédé consistera à brasquer des tonnelets avec les poussières, les détritus de toutes sortes provenant du ménage et à les placer sous les tuyaux de chute. Les tonnelets sont faciles à préparer au moyen d'un moule, leur remplacement se fait aisément, et le prix de cette opération est bien compensé par l'engrais qu'on obtient.

En Angleterre, en Amérique, dans les ménages d'ouvriers, on emploie des cendres, de la terre à four, qui, mélangées avec la vidange, la désinfectent et constituent un excellent engrais.

Nous croyons que ce procédé serait même applicable à Paris. Chaque maison devra être pourvue, dans un avenir prochain, d'un égout particulier; il serait donc facile d'en profiter pour enlever les ordures et les vidanges d'une façon non apparente.

La fosse mobile serait pourvue de deux tuyaux; l'un, le tuyau de chute, destiné aux vidanges, l'autre, le trou à poussière, destiné aux ordures. On se servirait des ordures pour brasquer les tinettes qu'on emploierait pour recevoir les matières, et dont le remplacement ainsi que l'enlèvement se feraient par les égouts à l'aide de petits chemins de fer.

Chauffage. — Dans les pays du nord, à Berlin, à Christiania, à Copenhague, etc., nous avons constaté l'emploi de poêles en terre cuite qui servent à la fois à la cuisson des aliments et au chauffage des logements.

En hiver, la cuisine se fait dans la salle à manger ; les produits de la combustion circulent dans les carneaux du poële et l'échauffent. Avec des bouches de chaleur convenablement disposées, on maintient une température élevée dans toutes les pièces. En été, on ferme les carneaux avec des registres et on envoie directement les produits de la combustion dans la cheminée. A côté du tuyau de fumée, il y a toujours un ventilateur d'une section bien plus considérable qui sert à évacuer les produits culinaires et l'air vicié. L'air frais est amené du dehors par des ouvertures placées de façon à ne pas produire de courants d'air nuisibles.

A Paris, le chauffage et la cuisson des aliments se font généralement à l'aide d'un poële en fonte placé devant une cheminée ; l'appareil fourni par le propriétaire ne sert donc pas aux locataires, et il serait très intéressant d'étudier l'application dans nos contrées d'une disposition analogue à celle des pays du nord.

Fourniture d'eau potable. — L'eau potable doit souvent être amenée de fort loin ; en conséquence son prix est relativement très élevé pour les ouvriers, aussi s'en servent-ils avec parcimonie. Chacun sait que l'ouvrier dépense plus pour ruiner sa santé que pour la conserver, c'est pourquoi les municipalités devraient fournir gratuitement l'eau dans les quartiers ouvriers et se couvrir de ces dépenses par des impôts moins préjudiciables à la santé de leurs administrés.

A Paris, l'établissement de l'eau dans une maison revient à un prix très élevé. La Compagnie des Eaux, par suite de son monopole, établit la canalisation à un prix double de celui que ferait payer un entrepreneur de plomberie; de plus, les tarifs auraient besoin d'être modifiés.

Ainsi, le propriétaire d'une maison divisée en cinq appartements complets paiera 120 francs pour fournir de l'eau à ses locataires; si ces appartements forment cinq habitations isolées contenant toutefois un nombre égal de pièces, il faudra pour donner aux habitants la même quantité d'eau, payer une somme cinq fois plus forte, soit 600 francs.

Résumé. — En résumé, pour maintenir les maisons en bon état, il faut les efforts réunis du constructeur et de l'habitant. Le constructeur doit pourvoir la maison d'appareils propres à faire écouler les eaux pluviales et ménagères et à recueillir les ordures; il doit s'appliquer à placer les privés dans des endroits bien éclairés et bien aérés et donner en un mot toutes les facilités possibles pour permettre à l'ouvrier de tenir proprement son logement.

De son côté le locataire doit éviter de loger trop de monde dans son habitation, et il est de son devoir de l'habiter en bon père de famille et non en ennemi acharné du propriétaire.

DEUXIÈME PARTIE

D'après ce que je viens d'exposer, on voit qu'il est facile d'obtenir d'un architecte des plans de maisons salubres et commodes, mais il est moins aisé de déterminer les capitalistes à les mettre à exécution.

En effet, le prix élevé des constructions empêche le propriétaire d'habitations ouvrières convenables de retirer un intérêt rémunérateur de son argent, et la spéculation, seule puissance capable d'établir les logements qu'il faudrait à nos travailleurs, porte ses fonds d'un autre côté. Il serait donc désirable de voir reconnue par tout le monde la vérité de ce principe établi depuis longtemps en Angleterre, savoir que les sommes dépensées pour les hôpitaux, les établissements de bienfaisance, les prisons sont proportionnelles au nombre de gens mal logés.

Nous allons donc indiquer, d'après les efforts faits un peu partout pour améliorer les logements des travailleurs, la part que chacun pourrait prendre à cette œuvre humaine.

Action de l'État. — L'Etat peut agir de trois manières, pécuniairement, moralement et législativement.

Il est très difficile, du moins en France, d'obtenir de l'argent en donnant pour garantie des maisons d'ouvriers. Nous serions très heureux de voir le gouvernement français imiter le gouvernement anglais qui a prêté une cinquantaine de millions à des constructeurs d'habitations ouvrières, lesquels s'engageaient à les rembourser par annuités payées pendant une trentaine d'années.

Le gouvernement français a donné 10 millions en 1852 pour améliorer les habitations insalubres. Cet argent n'a pas été employé comme on aurait pu le souhaiter, car 6 millions ont été affectés à la construction des asiles du Vésinet et de Vincennes; 2 autres millions ont servi à élever 17 maisons boulevard Mazas, qui ne sont pas des habitations ouvrières, et les 2 autres millions ont été distribués en subventions, soit à des constructeurs de maisons à étages, soit à des sociétés d'habitations ouvrières. Les constructeurs de maisons à étages furent les plus favorisés; on leur alloua le tiers de la valeur des sommes qu'ils dépensèrent pour établir des logements de deux pièces et cuisine qu'ils s'engagèrent à louer 200 et 250 francs. Suivant nous, on n'aurait pas dû subventionner de pareils logements, car aujourd'hui encore, malgré le prix élevé des constructions, on arrive à retirer 7 ou 8 0/0 net de son argent en faisant de telles maisons.

Les *300,000 francs* donnés en subvention à la Société des cités ouvrières de Mulhouse, pour faire des rues, des égouts, des lavoirs, ont permis à cette association de vendre ses maisons aux ouvriers, moyennant

le paiement d'une annuité de très peu supérieure au prix d'un loyer ordinaire. Grâce à la mise en pratique de cette idée, les habitations ouvrières mulhousiennes élevées jusqu'ici sont au nombre de 980 et servent à loger 5,000 personnes environ ; on peut donc dire que le meilleur emploi que le gouvernement puisse faire des fonds qu'il voudrait consacrer à l'amélioration des logements de la classe laborieuse, consiste à subventionner des sociétés analogues à celle de Mulhouse.

L'influence morale du gouvernement peut être très efficace ; en Belgique, les circulaires lancées par le ministre de l'intérieur et par celui de la justice ont beaucoup contribué à la construction d'habitations ouvrières convenables dans ce pays.

Le gouvernement peut agir sur ses employés et les forcer à se loger convenablement ; il peut aussi provoquer d'heureux résultats en instituant des concours ayant pour objet la construction d'habitations ouvrières modèles, en faisant mettre dans les écoles des types d'habitations salubres et commodes, et en rendant obligatoire dans les écoles l'enseignement de l'hygiène.

L'action législative du gouvernement a aussi une grande importance. Les lois ayant pour but la réduction du prix de revient des logements d'ouvriers et la diminution des charges qui les grèvent sont de nature à rendre de grands services, mais il n'en est pas de même des lois répressives, c'est-à-dire de celles qui ont pour but d'empêcher l'habitation des logements insalubres. L'effet de ces dernières ne se produira qu'à la longue, c'est-à-dire quand il y aura assez de logements salubres et commodes à la portée de la bourse de l'ouvrier.

Les villes et les communes pourront agir comme le gouvernement.

Nous sommes heureux de citer :

1° Les villes de Florence, Milan, Madrid, qui ont donné du terrain pour y établir des habitations ouvrières ;

2° La ville de Lille qui garantit 5 0/0 d'intérêt aux actionnaires de la Société des cités ouvrières de cette ville ;

3° La ville du Havre qui a donné 25,000 francs pour établir l'eau et le gaz dans la cité qui s'y trouve.

Les villes ont un intérêt considérable à provoquer la construction de maisons, les immeubles étant pour elle une source de revenus par suite des impôts directs et indirects dont ils sont grevés.

Nous ne pouvons qu'engager nos concitoyens à suivre l'exemple donné par des pasteurs anglais et par des médecins à Copenhague, qui se sont cotisés dans le but de détruire des logements insalubres et de les remplacer par un nombre égal de demeures saines et convenables.

Nous engageons vivement les instituteurs à vulgariser dans le milieu

où ils vivent les notions d'hygiène sans lesquelles la civilisation est plutôt nuisible qu'utile aux travailleurs.

Les opérations faites par les bureaux de bienfaisance de Nivelles et d'Anvers ont démontré que la construction d'habitations ouvrières peut constituer un bon placement; nous croyons néanmoins que les bureaux de ce genre feront mieux de prendre des actions de sociétés constituées pour établir des logements d'ouvriers que de construire pour leur propre compte.

La bienfaisance privée n'a pas réalisé d'œuvre plus méritoire que celle de M. le duc de Galliera qui consacra 2 millions à la construction dans Gênes d'habitations destinées à loger les personnes dignes de secours, incapables de payer momentanément leurs loyers, ou celle de M. Peabody, riche Américain, qui affecta 4 millions à l'établissement d'immeubles pour les classes ouvrières. Les loyers sont calculés de façon à produire 3 0/0 de revenu net, et ils sont employés au fur et à mesure des rentrées, à faire de nouvelles maisons. Aujourd'hui, ces immeubles valent 13 millions et sont habités par 7,000 personnes.

Dès longtemps, les chefs d'industrie s'occupent de loger leurs ouvriers. En Russie, ils le font gratuitement, mais très mal; aussi la mortalité des travailleurs est-elle excessive. En général, les grands industriels fournissent à leurs employés des demeures convenables moyennant une rétribution minime.

La spéculation peut s'inspirer de l'exemple donné par M. de Madre qui, ayant acheté à Paris un vaste terrain bien placé, construisit un groupe de maisons sur lequel il emprunta une somme suffisante pour en construire d'autres; il loua le reste de son terrain avec la condition que les immeubles qu'on y construirait lui reviendraient à la fin du bail. M. de Madre a aujourd'hui près de 7,000 locataires.

La spéculation peut encore tenter une entreprise analogue à celle des Lilas où j'ai couvert 9,000 mètres de terrain en combinant le système de ventes par annuités à la méthode qui fait la base des buildings, sociétés anglaises, et qui consiste à prêter de l'argent aux ouvriers qui veulent construire à leur guise en leur donnant la facilité de se libérer par des paiements comprenant l'intérêt et l'amortissement du capital.

On reconnaît généralement aujourd'hui que l'association est l'agent le plus efficace d'amélioration des habitations ouvrières. Elle peut exister sous deux formes bien distinctes, selon qu'elle est constituée entre capitalistes ou entre ouvriers.

Nous avons remarqué que dans presque toutes les grandes villes fonctionnent des Sociétés puissantes formées par des capitalistes et ayant pour but la construction d'habitations ouvrières. A Londres seulement,

les capitaux qu'elles ont engagés dans des immeubles de cette nature s'élèvent à *38,000,000 de francs*.

Nous croyons que Paris ne restera plus longtemps en arrière, et qu'à l'heure où paraîtront ces lignes, la Société parisienne des habitations économiques aura commencé ses opérations.

Quant aux Sociétés formées entre ouvriers, elles existent par milliers en Angleterre. Il y en a plusieurs dans les pays du Nord. La plus célèbre est celle qui a été fondée par les ouvriers de l'usine Burmeister et Wain et qui compte 8,000 membres. Chaque membre verse annuellement une somme minime dans la caisse. Dès que les fonds réunis sont suffisants, ils sont employés à faire des maisons qui sont tirées au sort et que le gagnant paie en quinze ans. La Société se dissoudra quand chacun aura sa maison; aujourd'hui les habitations construites forment un village.

DISCUSSION

M. Frédéric Passy rappelle qu'il y a deux ans un concours, a été ouvert à Genève sur cette question des habitations ouvrières; un volume résumant les meilleurs systèmes a été publié à la suite de ce concours.

M. Rozy fait observer que la section a, de son côté, déjà discuté ce point lors du Congrès de Clermont et à l'occasion d'un travail de M. Lefort. On avait conclu qu'il valait mieux laisser les ouvriers libres de se choisir une demeure à leur gré, que de les parquer en quelque sorte dans d'immenses cités.

M. Passy répond qu'assurément il faut leur laisser la liberté de choisir leur résidence, mais qu'il est bon de leur offrir des habitations saines, commodes, appropriées à leurs besoins et ce à des conditions avantageuses.

M. VALAT

Ancien Élève de l'École Polytechnique, ancien Recteur.

DU SYSTÈME MONÉTAIRE EN GÉNÉRAL ET D'UNE CIRCULATION DE MONNAIES SPÉCIALEMENT INTERNATIONALES

— Séance du 1er septembre 1879. —

La question du système monétaire fut toujours d'une importance capitale, et partout l'une des premières qui se soit présentée à l'origine de l'organisation des sociétés anciennes ou modernes; elle est devenue, dans le dernier siècle et à l'époque actuelle, très complexe par l'étendue des relations commerciales qui ont agrandi l'importance de l'échange extérieur en augmentant celle de l'échange purement national, dans une proportion dont il n'est pas aisé de se rendre compte. C'est pour remplir

les nouvelles conditions de cet immense trafic, qu'ont été successivement imaginés les instruments de transaction tels que billets à ordre, lettres de change, banques de tout genre, traites, et, en dernier lieu, les chèques, etc... On n'est pas encore parvenu cependant à vaincre les difficultés qui se rattachent à nombre d'opérations financières, inséparables des entreprises industrielles et commerciales; avec les exigences croissantes de la civilisation, il n'est pas douteux que l'on essaiera bien d'autres moyens pour subvenir à des besoins nouveaux ; nous avons indiqué dans les actes de l'académie de Bordeaux la voie que nous croyons la plus rationnelle pour résoudre le problème vainement abordé jusqu'à présent par les Congrès et les commissions internationales ; nous saisissons avec empressement et avec confiance l'occasion de développer nos idées à cet égard, sans rechercher si elles sont neuves ou anciennes; persuadé que les savants spéciaux que le Congrès réunit en ce moment, apprécieront, jugeront, et, par suite, adopteront ou rejetteront nos propositions; mais en émettant sur cette matière controversée leur opinion et leurs vues, nous aurons donc dans tous les cas rendu quelque service, en attirant l'attention du Congrès sur la question.

A notre avis, l'on a insisté sans raison suffisante sur les réformes dont chaque système monétaire paraît susceptible ; les changements qui s'opèrent à la longue et qu'amènent les événements, ne sont pas toujours ceux que réclament les économistes qui improuvent ou approuvent sans pouvoir faire prévaloir leur opinion, même quand ils sont d'accord ; ces modifications n'ont pas l'importance qu'on leur attribue, et parfois encore elles produisent un trouble fâcheux, car il faut s'habituer à des formes nouvelles qui demandent d'autres calculs. Le temps et l'expérience réparent le mal passager, sans doute ; mais l'expérience comme le temps sont des capitaux qu'on doit ménager. Laissons chaque peuple libre de conserver ou de modifier son système, comme il convient de lui laisser sa langue et ses mœurs. Avec la diffusion des lumières et la connaissance de plus en plus intime des nations voisines ou contemporaines, qui nous devancent dans certaines carrières où s'exerce l'industrie humaine, on ne saurait manquer de leur emprunter les moyens d'action qui font leur succès. Concluons qu'à ce point de vue les congrès ou conférences dont les gouvernements ont fait une de leurs préoccupations, deviennent inutiles et n'ont aucun service à rendre; sachons-leur gré cependant des conventions qui ont facilité l'échange de quelques pièces entre plusieurs de nos voisins, la Suisse, l'Italie, la Grèce, la Belgique. Mais avouons aussi que les avantages sont encore bien minces, et qu'ils pouvaient s'obtenir directement, sans conférences spéciales ou internationales... Il est évident que voyageurs, touristes, navigateurs, négociants surtout, demandent plus et mieux ; d'ailleurs l'embarras

subsiste toujours avec les nations les plus importantes par leurs richesses et le rang qu'elles occupent, l'Angleterre, les États-Unis, l'Allemagne, la Russie, la Turquie, etc... Nous parlons de l'embarras, et nous aurions pu parler des pertes occasionnées par la différence du change des monnaies.

Les détails qui se présentent à notre esprit, pour appuyer nos assertions, sont tellement connus et si bien sentis par tous ceux qui visitent les pays d'Europe ou d'outre-mer, que nous craignons bien plus d'en dire trop que de ne pas en dire assez. Concluons :

« 1° Qu'il ne faut pas toucher au système monétaire des nations » étrangères, nos alliées naturelles; à chacune le soin de régler son » ménage financier : qui, mieux que l'indigène connaît le remède qui » convient à sa situation et que comporte son tempérament ?

» 2° Que le seul moyen rationnel et pratique de remédier aux perturbations quotidiennes qu'entraîne l'usage de différentes espèces de » monnaies, c'est de créer, d'un commun accord, une monnaie internationale. »

N'examinons pas d'abord les moyens de réalisation : simple ou non, admettons-les sans objection. S'il s'agit du principe, il ne saurait être contesté; nous recevons de l'étranger les produits que notre sol ne fournit pas ou ne nous donne pas en quantité suffisante; le sucre, l'indigo, le tabac, etc..., le blé lui-même, les fers et les bois...; à son tour l'étranger reçoit les produits fabriqués, ou les fruits de notre sol, vins, alcools œufs, etc... Par conséquent la monnaie fabriquée sur un type connu, avec une quantité de matière métallique déterminée, à un titre invariable, monnaie qui pourra prendre naissance à Londres comme à Vienne ou à Paris, ira partout conservant sa valeur... C'est incontestable. Nous allons plus loin et nous affirmons qu'elle obtiendra partout un succès tellement favorable qu'il faudra aviser à agrandir son action commerciale pour satisfaire aux demandes d'une foule de peuples que sa convention internationale n'aura pu comprendre ou même consulter; notre proposition est donc sérieuse, et nous démontrerons aussi aisément qu'elle n'offre aucune difficulté d'exécution, pourvu qu'on mette de côté toute question d'amour propre national, et qu'on sache se contenter du bien, sans courir après le mieux.

Le mieux, selon nous, serait :

1° L'adoption d'un seul métal comme étalon, car alors les variations de valeur dont la monnaie serait passible, comme tous les objets d'échange, n'auraient aucun effet perturbateur, et d'ailleurs seraient bien faibles, nous en avons l'expérience, et la science économique ne le conteste nullement.

2° La division décimale offre le plus d'avantages en raison du système

de numération généralement admis, qui faciliterait les calculs; si elle est d'accord avec notre système métrique, on ne saurait être surpris ni alarmé. On convient qu'à la longue, il deviendra le seul rationnel pour les nations, et plusieurs l'ont déjà adopté.

3° Enfin nous proposerions quatre types d'or aux 9/10, savoir des pièces de 10, 20, 25, 50 francs. Toutefois, ainsi que nous avons eu le soin de le dire avant de présenter notre plan, l'essentiel est la circulation d'une monnaie internationale, qu'elle soit d'or, d'argent, de platine ou de cuivre. Il est donc bien entendu que l'on déciderait de la question de forme à la pluralité des voix, entre les délégués de tous les pays, appelés à ce Congrès vraiment universel... Il est presque impossible qu'on ne choisisse pas le mieux qu'il nous a paru convenable d'indiquer; mais nous croyons qu'il est sage d'accéder à des vœux qui ne seraient point d'accord avec le nôtre, pourvu que le principe fût reconnu et servît de base, comme de terme de conciliation, au débat. Le succès d'un tel concert nous paraît assuré, d'autant plus que la question est à la portée de tout esprit sérieux, ami des progrès de l'humanité : qui pourrait oublier maintenant que l'homme est partout solidaire et responsable dans une large mesure de tout ce qui s'attache à l'espèce humaine, sous quelque zone qu'elle vive et quelle que soit la couleur qui la distingue!

M. BOUVET

de Lyon.

DE LA CIRCULATION INTERNATIONALE DES MONNAIES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

M. Bouvet rappelle les motifs qui ont fait échouer l'adoption d'une monnaie internationale en 1867 : aucun Etat n'a voulu modifier la valeur de ses pièces de monnaie pour accepter un système qui ne présentait aucun avantage et était basé sur un rapport arbitraire et même fictif entre l'or et l'argent. Il est, en effet, regrettable que lors de la création de notre système monétaire actuel, on ait cru devoir donner à la monnaie un nom différent de la constatation même de son poids, alors que de par la loi elle-même ce nom représente un poids : un franc, c'est cinq grammes d'argent. Si on pouvait et si surtout on voulait en revenir à ce principe que la valeur d'une monnaie réside dans son poids à un titre convenu, ce qu'on n'a pas pu faire en 1867 deviendrait réali-

sable. En effet, pour le poids nous trouvons dans presque tous les pays le système métrique accepté, qu'il soit obligatoire ou simplement admis. Depuis le 17 août 1878 l'Angleterre, qui avait le plus résisté, en a déclaré l'emploi désormais légal. De même aussi pour les Etats-Unis. La question du poids se trouvant déjà aplanie, reste celle du titre. Or toutes les nations, sauf l'Angleterre et quelques exceptions négligeables, ont admis le titre de 9/10 de fin, et c'est là précisément le seul point sur lequel l'Angleterre n'insiste pas et consente à entrer en négociations. — Que faudrait-il donc faire? Simplement inscrire sur chaque pièce de monnaie son poids en grammes et en centigrammes, en convenant d'accepter universellement le titre de 9/10. Chacun saurait ainsi parfaitement la valeur absolue de chaque pièce et de sa valeur relativement à la monnaie nationale. Comme pour avoir une somme il suffirait d'avoir le poids correspondant il en résulterait que toutes les pièces portant indication de leur poids auraient rapidement une circulation internationale. M. Michel Chevalier avait demandé qu'on frappât des pièces de 6 et 10 grammes à 9/10 de fin. Elles n'auraient servi à rien, et c'est ce qui est arrivé en Espagne, en Suède, en Autriche, etc., où on a frappé des pièces qui ne répondaient pas à l'usage du pays. Il faut d'abord préparer les populations et les familiariser avec le rapport du poids à la valeur. M. Bouvet conclut en demandant que l'État fasse inscrire sur la monnaie qu'il fera frapper à l'avenir, et ce en lettres et chiffres très apparents, le poids de la pièce en grammes et centigrammes.

DISCUSSION

M. Yves Guyot recommande à cette occasion le type de la pièce de 10 francs dont 250 millions de personnes font actuellement usage. — Il ajoute que l'Allemagne ne serait peut-être pas éloignée de renoncer à son système monétaire actuel.

M. Rozy voudrait qu'on ne s'occupât de monnaies internationales que lorsqu'on serait d'accord sur certains grands problèmes monétaires, comme l'unité de l'étalon, la communauté de titre des monnaies divisionnaires, etc. Il faudrait s'entendre sur l'adoption d'un système unique. Quant au fond, il approuve pleinement les conclusions de M. Bouvet.

M. Fréd. Passy fait observer que M. Bouvet n'a pas demandé la création d'une monnaie nouvelle, ni demandé qu'on oblige l'étranger à agir de même ou à l'accepter. Il a simplement demandé qu'on y inscrive la constatation *de ce qu'elles sont*. De la sorte il n'y a pas confusion ni superposition de deux systèmes monétaires, mais il y a, si plusieurs pays agissent de même, une grande facilité de compte, qui simplifierait singulièrement le travail de conversion des monnaies d'un Etat en monnaie de tel autre. On aurait donc ainsi une véritable monnaie de compte qui en peu de temps acquerrait un cours universel, ce qui constituerait incontestablement une amélioration de l'état de choses actuel.

A propos du dissentiment qui s'élève entre les personnes s'occupant de questions monétaires, M. Passy dit que peu de personnes refusent l'usage de deux ou plusieurs métaux, mais ce qui fait question, c'est la fixité du rapport

entre les métaux. Demander que ce rapport soit invariablement fixé, c'est vouloir la constatation d'un fait inexact. Ce qu'on peut décider, c'est que dans le silence des parties stipulantes, une seule monnaie sera supposée faire l'objet de la convention, toute autre ne pouvant servir que pour appoint et selon sa valeur du moment. L'adoption de la proposition de M. Bouvet aurait encore ce grand avantage de faire l'éducation du public qui se rappellerait que la monnaie n'est pas un simple signe fiduciaire que l'Etat peut modifier à son gré, mais est bien une véritable marchandise ayant sa valeur propre comme toute autre, et n'ayant de particulier que de servir de commune mesure aux autres.

M. KOWNACKI

Chef d'institution à Paris.

LA QUESTION DES MAITRES D'ÉTUDE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 1er septembre 1879.* —

Rappelant la triste situation faite à cette partie du corps enseignant, et cherchant un remède efficace, M. Kownacki propose qu'on donne aux maîtres d'études la possibilité d'arriver au professorat, ce qui les encouragerait au travail par l'espoir de se créer une situation honorable, et que, d'un autre côté, pour relever un peu leur prestige, on oblige en général les aspirants au professorat à faire un certain stage comme maîtres d'études.

DISCUSSION

M. Rozy adopte volontiers l'idée qu'un maître d'études puisse suppléer au besoin un professeur sans être lui-même titulaire, mais il trouve rigoureux de faire passer un aspirant professeur par les fonctions de maître d'études qui pourraient détourner du professorat des jeunes gens capables. Il serait à craindre qu'on ne restreignît ainsi le recrutement du personnel enseignant.

M. Kownacki persiste à croire qu'il y aurait grande utilité à faire passer les professeurs par les fonctions de maîtres d'études.

M. Fréd. Passy estime qu'il serait fort désirable que les maîtres d'études pussent s'élever aux fonctions de maître répétiteur ou auxiliaire, mais il y aurait des inconvénients à imposer à tous une règle absolue et à créer une règle de ce genre.

M. Muller, professeur au lycée, dit qu'il y a d'excellents maîtres d'études qui désirent arriver au professorat et qui s'occupent de leurs élèves. Il proteste contre la soi-disant déconsidération dont les maîtres d'études seraient l'objet.

M. Fréd. Passy indique ce qui se fait au collège Chaptal. Les surveillants sont des professeurs de l'établissement qui accompagnent les élèves aux cours de professeurs extérieurs, restent avec eux, voient comment ils comprennent, leur donnent les explications nécessaires et exercent une influence salutaire sur les élèves. On se loue beaucoup de cette organisation.

M. Muller désirerait qu'on rétablît les fonctions de maître répétiteur.

M. Paul SOLEILLET

DE L'ESCLAVAGE DANS L'AFRIQUE OCCIDENTALE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Séance du 3 septembre 1879. —

M. P. Soleillet dit que l'opinion qu'il va exprimer est le résultat d'observations personnelles qu'il a pu faire dans l'intérieur de l'Afrique. La suppression de la traite a été un bienfait pour le blanc, car l'homme qui voit un autre homme dans son semblable est supérieur à celui qui n'y voit qu'une marchandise : mais elle n'a pas été un bienfait pour le noir, tout au contraire, car elle le prive du seul moyen qu'il avait d'arriver à la civilisation. Pour bien comprendre cela il faut se faire une idée de ce qui s'est produit en Afrique. De tout temps, dans ces pays, la guerre pour se procurer des captifs a été l'état normal. Autrefois les captifs étaient tués et mangés. Quand les Européens ont fait la traite on les leur a vendus. A cette époque les Africains sont devenus musulmans, d'idolâtres qu'ils étaient auparavant. Grâce à leur nouvelle religion, lorsque les Européens ont aboli la traite, ils n'ont plus repris l'habitude de manger leurs captifs ; ils se contentent de tuer sans rémission tous ceux qui ont plus de douze ans, car au-dessus de cet âge les prisonniers ne songent qu'à s'échapper, et on ne peut en tirer aucun service. Quant aux enfants que l'on garde, ils sont réduits à un anéantissement intellectuel complet. M. Soleillet a vu enlever à une mère son enfant à la mamelle pour le vendre sans que cette mère ait pleuré. Dans une situation pareille, il n'y a pas de régénération possible, tandis que le nègre, quand il se trouvait avec des Européens, ne songeait qu'à se racheter, et sa situation n'était pas inférieure à ce qu'elle est là-bas. Dans le Soudan, c'est un malheur pour un homme d'être libre s'il n'est pas puissant. La préoccupation d'un homme libre est de se mettre à la suite de quelqu'un qui possède quelque autorité, et de se faire bénévolement son captif pour obtenir sa protection. Les hommes libres vont même jusqu'à séduire des captives, pour que du moins leurs enfants ne connaissent pas le malheur de la liberté.

Il y a dans le Soudan, trois classes de captifs : 1° les *captifs de case*, dont

la situation est analogue à celle des serfs du moyen âge. Ce sont des enfants enlevés à la guerre qu'on élève, qu'on marie, et à qui l'on donne alors une portion de terre : on ne leur demande qu'une demi-journée de travail et le partage de la récolte dans la proportion de 4/5 contre 1/5 après déduction de la nourriture du colon et de sa famille. Ils arrivent quelquefois à être très riches; 2° les *captifs domestiques*, attachés à la personne du chef. Ils sont soumis à son bon plaisir, et cependant c'est une position bien plus recherchée, car c'est parmi eux que les grands cherchent leurs officiers. Ces domestiques sont d'une fidélité à toute épreuve; 3° les *captifs monnaie*. Ceux-là ne sont plus des hommes, ce sont des choses qu'on échange. On paie en captifs. Ils en arrivent à un degré d'abrutissement si complet qu'on ne peut s'en faire idée. Là, la femme n'est plus considérée que comme une bête qui reproduit, et dont le produit aura de la valeur à son tour. Voilà l'état de choses qu'on a éternisé par la suppression de la traite. Du reste, en cherchant bien, on trouverait probablement à cette suppression un autre motif que la seule philanthropie : l'intérêt commercial.

Que faire? l'orateur ne propose pas le rétablissement de la traite qu'on a bien fait de supprimer par respect de la dignité humaine. L'engagement libre est une mystification : ce n'est que la traite déguisée. Que ferait-on pour un malade ou un enfant? Le laisseriez-vous seul et libre par respect pour lui? Non, car l'homme fort et bien portant a un droit de quasi-paternité, un droit de protection sur le malade et sur le faible. C'est sur ce droit qu'il faut s'appuyer à l'égard du nègre, qui représente l'humanité faible, malade et encore dans l'enfance. Il faudrait reconnaître à une société spéciale, qui ne soit ni religieuse ni industrielle, mais simplement philanthropique, ce mandat de paternité : elle se présenterait comme le patron des hommes libres, et nous avons vu que les hommes libres considéraient cette liberté comme une charge. Elle serait donc accueillie avec faveur par ceux dont elle deviendrait l'appui et qu'elle grouperait. D'un autre côté elle emploierait ses ressources à racheter des esclaves pour les amener à la liberté. Elle favoriserait aussi, autant qu'il serait en son pouvoir, le placement en Europe des jeunes nègres comme domestiques. Ils ont la fidélité du chien : c'est un attribut de leur race. Élevés dans la famille, ils feraient des serviteurs dévoués : sans doute ils peuvent avoir quelques vices, mais ils ont à côté de cela d'excellentes qualités.

Le devoir de l'humanité est maintenant d'instruire le nègre, de le prendre au milieu de nous, de lui enseigner la civilisation. Nous ne devons pas avoir ce monde nouveau seulement pour l'exploiter, mais encore pour l'éclairer.

DISCUSSION

M. le Dr Monod appuie les idées de M. Soleillet sur la nécessité d'élever le nègre et non de lui donner seulement la liberté. A Bourbon les esclaves sont morts du jour où ils ont été libres : l'éducation du noir se fait par son contact avec l'Européen : c'est ainsi que des noirs élevés aux colonies sont devenus les égaux des colons. Mais tout cela ne peut se faire d'un jour à

l'autre, surtout l'introduction de l'emploi des noirs dans l'intérieur des familles.

M. SOLEILLET estime que, par la force des choses, les relations commerciales contribueront beaucoup à l'éducation des noirs : mais ce ne serait pas assez : il faut les employer autant que possible. Seulement il ne faut pas sur leur sol leur imposer brusquement des manières d'agir contraires aux leurs : ils nous considéreraient comme des ennemis.

M. ROZY ne compte pas sur la générosité des capitalistes pour fonder la compagnie dont parle M. Soleillet. D'un autre côté, l'emploi de domestiques noirs ne modifierait pas grand chose, car il ne pense pas que la demande puisse dépasser un million de sujets : c'est peu, relativement à la population de ces pays africains.

M. GEORGES RENAUD croit que l'on doit s'en rapporter, pour la transformation des populations intérieures de l'Afrique, au temps et à la force des choses, à la pénétration de ces contrées par les races européennes et au développement du commerce. Il est dangereux, d'ailleurs, de faire du sentimentalisme quand on ne connaît pas toutes les conditions d'un problème de ce genre : c'est ainsi que, suivant ce que vient de dire M. Soleillet, lorsqu'on a voulu, par philanthropie, supprimer la traite, on a amené la substitution du massacre des prisonniers à leur vente. Il faut se garder des illusions en ces matières : l'association africaine a eu de fréquents mécomptes, parfois des désastres. Il faut aussi ne pas lutter contre la loi climatérique : l'Afrique n'est pas favorable à l'Européen. Ce qu'on doit faire, c'est ne pas opérer par extinction des populations indigènes, et au contraire acquérir une action sur elles.

M. ÉMILE TRÉLAT tient à protester contre les paroles par lesquelles M. Renaud a paru critiquer le sentimentalisme et considérer la proposition de M. Soleillet comme une généreuse illusion. Ne chassons pas le sentiment. C'est par le cœur et par la raison que l'homme arrive à s'occuper de ces questions, et son dévouement lui fait faire alors de grandes œuvres. Ne critiquons pas toujours : s'il y a témérité quelquefois, qu'importe! C'est ainsi que les questions se résolvent. M. Soleillet nous a révélé qu'en Afrique un homme pouvait arriver à se faire libre, mais ne pouvait *rester* libre. C'est là ce qui est grave. D'un autre côté nous n'avons plus de véritables domestiques, de ces serviteurs attachés à une famille et en faisant partie : s'il en reste, ce sont de pures exceptions. M. Soleillet a pensé qu'on pourrait peut-être les remplacer par ces noirs qui ne peuvent rester là-bas en conservant leur liberté, et M. E. Trélat ne croit pas la chose impossible.

M. FRÉD. PASSY demande si la situation des nègres n'est pas due seulement au premier contre-coup d'un changement de situation, ou si au contraire, du jour où il n'y aurait plus besoin de marchandises, il n'y aurait plus besoin d'esclaves.

M. SOLEILLET répond que l'on faisait déjà des captifs avant la traite : c'est dans l'organisation de la société noire. Quand les noirs étaient fétichistes, ils mangeaient les adultes : actuellement on les enterre au lieu de les manger.

La traite avait du moins l'avantage relatif de permettre au noir d'arriver à la civilisation. M. Soleillet ne désespère pas de voir affluer l'argent dans un but philanthropique, pour acheter des noirs. Il ajoute que dans sa conviction on arrive à une amélioration bien plus rapide de l'état de chose actuel en intervenant qu'en laissant faire le temps.

M. Georges RENAUD

Directeur de la *Revue géographique internationale,* attaché au Cabinet du Ministre des Finances.

SUR LES TRAITÉS DE COMMERCE ET LE TARIF GÉNÉRAL DES DOUANES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

M. Georges Renaud expose d'abord la situation actuelle. Notre tarif général suranné, prohibitif, est abandonné, car il est impossible en pratique. Les protectionnistes ont obtenu la dénonciation des traités et la revision du tarif général ou plutôt sa réfection complète. En attendant, le tarif conventionnel en vigueur a été prorogé pour six mois à partir de la promulgation du nouveau tarif. A ce moment, les uns demanderont l'application du tarif général, les autres celle des tarifs conventionnels, le tarif général ne devant servir qu'en l'absence de conventions. C'est ainsi que la lutte s'engagera. Le gouvernement a déjà pris position : il s'est prononcé pour le maintien des tarifs actuellement en vigueur. Nous devons le soutenir dans son attitude. Il y a un intérêt considérable à maintenir les traités, parce que les divers pays ont tout intérêt à ne pas modifier leur régime, et que les opérations commerciales ont été engagées en connaissance de cause. Pour combien de temps doit-on contracter? C'est une question de sécurité et de stabilité : il faut que ce soit pour le plus long temps possible; les économistes admettent comme *minimum* dix ans. Nous devons d'un autre côté développer et améliorer nos moyens de transport. Dans la région du sud-est, ils s'élèvent encore en moyenne aux 2/3 de la valeur. On a dit que l'industrie avait besoin de plus de protection que le commerce, c'est une erreur; leurs intérêts sont liés, car ce dernier ne fait que distribuer les produits fabriqués. Plus le commerce sera prospère, plus il demandera à l'industrie. M. Renaud demande en terminant que l'état de choses actuel soit au moins maintenu, et qu'on n'aggrave encore ni charges ni taxe. Les agriculteurs eux-mêmes doivent se joindre aux ennemis du protectionnisme, car toute charge nouvelle les chargerait par contre-coup. Il propose en terminant un vœu tendant à ce que les traités de commerce soient prorogés pour le plus long temps possible.

DISCUSSION

M. Wartelle indique que la résistance s'est surtout produite dans la région du nord ; la raison en est qu'on y a peur de crises chaque fois qu'il est question de traités à conclure ou à renouveler. Ce n'est d'ailleurs pas logique ni exact au point de vue économique. Il ne s'agit après tout que de ménager les intérêts existants. Il propose de laisser au capital industriel le temps de s'amortir, ce qui se fait en quinze ans environ. On sauvegarderait certainement tous les droits en mettant vingt ans et en diminuant les droits d'un vingtième par an.

M. Yves Guyot fait observer que si les protectionnistes se remuent plus que les autres, c'est qu'ils sont plus directement intéressés, tandis que le libre-échange profite à tout le monde en général et à personne en particulier. Et parmi les industriels, les gros ont encore plus d'intérêt que les petits à la protection parce que, en cas de surélévation des prix, la consommation diminuerait et les grandes maisons triompheraient de la ruine des autres. Les petits industriels seraient dupes des autres. Les agriculteurs ont tort de vouloir s'abriter aussi sous la protection, car en faisant payer le *pain plus cher*, ils se mettraient tout le monde à dos. Le prix du blé ne variant pas, il en résulte que par suite de la diminution de valeur de l'argent, la diminution du prix du blé est un phénomène constant. Mais, d'un autre côté, le prix de la viande a quadruplé. Les objets de consommation, beurre, œufs, volailles, etc., qui autrefois n'occupaient dans les fermes qu'un rang accessoire, en sont devenus des produits importants. La meilleure protection pour les agriculteurs, c'est de modifier leur exploitation plutôt que de demander des droits sur le blé, qu'ils ne peuvent obtenir, qu'on ne leur accordera certainement pas.

Il y a des droits qu'il faut même supprimer. Celui de 1 fr. 20 c. sur la houille a été supprimé déjà en fait par les compagnies de chemins de fer qui ont diminué leur tarif de cette somme. La métallurgie, les forges, demandent la houille à bon marché. Ce qu'il nous faut, c'est l'abaissement des tarifs de transports intérieurs et des communications faciles. Il n'y a somme toute que les cotonniers d'intraitables. Dans cette campagne protectionniste, il y a eu des entraînements mutuels. Voyant leurs voisins demander un droit, on en a demandé aussi, afin de faire payer le voisin plutôt que de payer soi-même. Si on avait écouté ces demandes, on serait arrivé à produire un renchérissement factice et à entraver la fabrication par des taxes sur les matières premières. L'intérêt national exige au contraire que les tarifs de douane soient réduits pour faciliter le travail national.

M. Fréd. Passy, après avoir comparé certains prix en France et en Angleterre, conclut qu'il est impossible de vivre au jour le jour, sous la menace d'un brusque changement de tarif qui peut résulter d'un changement de politique intérieure, et qu'il faut pour la stabilité avoir des traités avec les autres nations. Il demande que dans le projet de vœu on insiste dans le sens de l'abaissement des tarifs actuels. A propos de la proposition de M. Wartelle, il

rappelle que M. Marc-Morel, de Bordeaux, avait déjà demandé qu'on arrivât en un certain temps et par étapes à la pleine liberté commerciale.

M. Renaud demande qu'on maintienne le vœu aussi simple que possible.

La section adopte en principe le vœu de M. Renaud, et dans la séance du 4 septembre, elle a adopté définitivement le texte suivant :

« La section émet le vœu que les traités de commerce actuellement exis-
» tants soient renouvelés pour la plus longue durée possible, avec atténuation
» du tarif conventionnel dans la mesure où le gouvernement pourrait la faire
» accepter.

» Et comme moyen de réaliser ces atténuations et d'arriver le plus promp-
» tement possible à la liberté complète des échanges, qui est le but, demande
» que les droits protecteurs actuellement existants soient réduits d'année en
» année, de façon à disparaître complètement dans un laps de temps déter-
» miné et qui ne devrait pas excéder vingt ans, période la plus large qui
» puisse être réclamée pour l'amortissement des capitaux et du maté-
» riel. »

M. VALAT

Ancien Élève de l'École Polytechnique, ancien Recteur.

SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE DANS LES ÉCOLES ET LES LYCÉES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. Valat essaie de démontrer que la distinction de deux géométries, euclidienne et non euclidienne, est purement idéale, par suite hypothétique : qu'il n'y a qu'une géométrie élémentaire, celle d'Euclide, dont il admire l'élégante simplicité, sans méconnaître les imperfections signalées avant lui : toutefois il reconnaît une géométrie supérieure : celle de Descartes.

Passant ensuite à l'enseignement d'une science qui est à la fois une étude attrayante et la seule voie qui mène à la connaissance comme au perfectionnement des arts, il propose un premier cours pratique qu'il place (à l'âge de 10 à 12 ans) avant l'arithmétique et l'algèbre : Puis un deuxième cours rationnel et scientifique pour un âge plus avancé (15 ou 16 ans). Il termine ces considérations par l'exposé d'un plan nouveau d'enseignement géométrique, qui consiste à faire marcher de front l'étude des lignes, des surfaces et des volumes; il en montre les avantages et reconnaît que l'idée lui en avait été suggérée depuis longtemps par le savant auteur des annales de mathématiques, si justement apprécié à Montpellier et partout où l'on fait cas du mérite éminent et modeste.

M. le Dr DALLY

SUR LE MOBILIER SCOLAIRE ET LES ATTITUDES VICIEUSES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 4 septembre 1879. —

M. le Dr Dally rappelle quel entassement se produisait dans les écoles et quel défaut de soins on pouvait y constater. Des progrès sérieux ont été réalisés depuis quelque temps : une conférence intéressante a été faite à ce sujet par M. de Bagnaux, en 1878.

Comme attitude vicieuse chez les enfants, on peut remarquer d'abord le défaut d'équilibre dans la station prolongée. Puis une excellente méthode de déformation de la taille et du rachis est actuellement en honneur sous prétexte d'être une excellente méthode d'écriture. Pour écrire l'anglaise, il faut que le corps ou le papier soient penchés. Comme pour plus de régularité dans l'aspect des tables ou pupitres on a décidé que ce ne serait pas le papier, il faut bien que ce soit le corps. Grâce aux positions plus variées que savent prendre les garçons, ils résistent mieux aux effets de la *méthode*, mais pour les filles, elles paient largement leur tribut, et cependant c'est surtout chez la femme qu'une bonne conformation est importante, puisqu'elle est destinée à être mère.

Il faut noter que la déformation de la colonne vertébrale est essentiellement urbaine. Il serait à désirer que dans le mobilier scolaire on donnât un point d'appui aux vertèbres dorsales et lombaires, et qu'on défendît d'appuyer sur la table son bras gauche pour écrire, dût-on mettre le papier désormais de travers. La table elle-même ne devrait être ni trop loin ni trop près. La lumière devrait être largement répandue dans les classes. Dans le nord, la myopie est plus fréquente que dans le midi, probablement parce que la lumière est moins intense. M. Dally voudrait que, dans tout établissement public où l'homme se fait, il fût tenu un registre de renseignements, donnant l'état civil, l'état de santé des enfants qui le fréquentent, et dont les énonciations pourraient éclairer et guider le médecin. Ce serait important pour diriger ensuite l'enfant dans le choix d'une profession et pour donner une bonne direction aux soins que peut nécessiter la conservation de sa santé. Cela aurait également son avantage au point de vue de la phtisie. On pourrait échanger les élèves d'un établissement à l'autre, de manière à placer dans le midi ceux auxquels le climat serait plus avantageux. Les programmes étant les mêmes, cela ne présenterait pas d'inconvénient pour les études, et il est utile de changer de résidence, même pour les méridionaux qui vont dans le nord. C'est en associant la culture corporelle et la culture intellectuelle que l'on élèvera la valeur de la nation.

DISCUSSION

M. le Dr Drouineau fait observer que les cas ne myopie sont très fréquents à Marseille, 15 0/0 d'après une statistique. Il y aurait lieu de l'attribuer plutôt aux vices du mobilier scolaire qn'à l'insuffisance de la lumière. Relativement aux registres, il croit l'idée bonne, mais il faudrait nommer auparavant des médecins des écoles pour les tenir : c'est un service à reconstituer

M. Chane dit qu'un registre de ce genre est tenu à Nice pour les enfants assistés. Il est tenu par un Frère de l'établissement.

M. le Dr Sicard dit que la myopie s'est développée depuis qu'on emploie l'éclairage au gaz.

M. le Dr Dally, complétant sa communication, dit qu'à Paris on reconstitue le service des médecins des écoles, mais d'une manière insuffisante et en leur donnant des fonctions étroitement limitées. La surveillance de la manière dont se développe un enfant, devrait être très suivie pour permettre au conseil médical de le diriger dans ses exercices du corps, ses jeux, etc. Il conclut à ce qu'on développe encore davantage le service médical dans les écoles, et à ce que les feuilles d'observations individuelles sur l'état des enfants soient constamment tenues à jour et mises à la disposition du médecin de l'école ou de la famille.

M. le Dr Adrien SICARD

Secrétaire général et délégué de la Société de statistique de Marseille.

ÉDUCATION PHYSIQUE ET MORALE DE LA PREMIÈRE ENFANCE

— Séance du 4 septembre 1879. —

Entendons-nous sur le mot *éducation*.

Nous appelons éducation *le développement physique et moral de l'enfant qui vient de naître.*

Il est incontestable que l'être humain livré à ses propres forces ne pourrait arriver utilement à l'âge d'homme; nous devons donc nous persuader que dans l'enfant de naissance, il existe en germe, les qualités physiques et morales qui, plus ou moins bien développées, feront de ce petit être, un homme, rebut de la société ou utile à sa famille, à son pays, au monde entier.

Le père et la mère dès la naissance de leur progéniture se trouvent en face de grandes difficultés.

L'enfant qui sort d'une température égale et douce venant dans l'air atmosphérique a besoin d'être vêtu.

Sans vouloir établir des règles immuables, ce qui est impossible vu le climat et les saisons, l'on peut dire en thèse générale, que l'enfant doit s'accoutumer peu à peu à l'atmosphère dans laquelle il est né, où il doit vivre et prospérer.

Nous entendons par atmosphère l'air extérieur, car rien n'est plus pernicieux pour l'enfant que l'air factice des appartements, vicié par la respiration, la fermeture complète des fenêtres ou les fumées de tabac, etc.

La question la plus grave pour la première enfance, c'est l'allaitement.

Nous ne pouvons nourrir notre enfant, tel est, malheureusement, ce que l'on entend dire le plus souvent dans les grandes villes et aujourd'hui dans les campagnes. La cause en est-elle à ce que la mère soit sans lait? Non, mais c'est la mode.

Il est d'observation, que la plupart des femmes peuvent nourrir, les exceptions sont rares; même dans ce cas particulier, la mère se doit à son enfant : avec peu de lait, et sans se fatiguer, elle peut nourrir sa progéniture, par l'allaitement au biberon.

Quelques personnes plus théoriques que pratiques, s'élèvent contre l'allaitement artificiel; si elles n'ont pu réussir, la faute en est, non à la méthode, mais bien à la manière de l'employer.

Le lait des animaux remplace complètement celui de la femme, l'observation le prouve. Il faut éloigner de la nourriture des chèvres et vaches, certains aliments, dans ce cas très rare où il est démontré par l'expérience acquisé, que l'enfant ne peut les supporter. Inutile d'observer que l'on doit toujours faire traire le lait devant soi et du même animal.

Pour biberon, il faut choisir celui qui se tient propre le plus aisément et dans la confection duquel il n'entre aucune substance pouvant devenir toxique ou désorganiser le lait.

Traire l'animal, conserver son lait sans jamais le mettre au feu, ce qui détruit sa composition intime; avoir soin de placer dans le biberon, juste la quantité de lait nécessaire à une tétée, le faire chauffer au bain-marie, rejeter impitoyablement ce qui reste dans l'appareil, le laver avec le plus grand soin à l'eau bouillante seule, tel est en peu de mots le mode d'élevage au biberon que les mères doivent employer.

Malheureusement les commères du quartier et beaucoup trop souvent, nous sommes obligés de le dire, les médecins, sont les premiers à détourner la mère de l'allaitement mixte, ou bien l'on conseille de mêler au lait, de l'eau, de l'orge, de l'avena, c'est-à-dire tout ce qu'il faut

éloigner de l'allaitement, si l'on ne veut faire périr, celui que l'on désire sauver.

L'enfant doit se nourrir exclusivement de lait pendant six mois. S'il a soif, on lui donne un peu d'eau légèrement sucrée; l'enfant a soif comme tout animal vivant, lui donner trop à boire est cause de maladies graves.

Régler les tétées dès la naissance, les rapprocher ou les éloigner selon l'âge de l'enfant, c'est la règle.

Laver toujours l'enfant, le tenir d'une propreté irréprochable, lui donner souvent des bains, jamais de lavements, tel est, à peu près, l'hygiène de la première enfance.

Nous nous sommes occupés de la vie physique du nouveau-né, passons à sa vie intellectuelle.

Niera-t-on que l'enfant, peu de temps après sa naissance, donne des signes d'intelligence ? Ne tourne-t-il pas ses yeux vers la lumière ? Ne le voyons-nous pas sourire au sein de sa mère ou au biberon ? Ne reconnaît-il pas la personne qui le soigne ou l'amuse, celui qui le caresse ou le brusque ? le chien, le chat ou l'oiseau de la maison ?

C'est au père et à la mère de famille qu'incombe le devoir de diriger ces premiers éclaircis d'une vie toute nouvelle pour l'enfant; l'on a dit avec juste raison *meus sana in corpore sano*, que l'on doit traduire ainsi : L'intelligence se développe bien chez les personnes qui jouissent d'une parfaite santé, tel est l'enfant. Accoutumé dès sa naissance à tous les bruits d'une grande ville, aux cris des animaux ou tous autres, il croîtra sans y prendre garde, à la grande joie du père et de la mère et sera moins sujet que d'autres aux convulsions.

Initier l'enfant à la vie réelle dès sa naissance, l'habituer à n'avoir peur ni des ténèbres, ni des animaux, ni du tonnerre ou tout autre phénomène terrestre ou accidentel, c'est lui rendre le plus grand service pour la vie. Que de pères et de mères doivent à leur incurie la mort de leur progéniture.

Au lieu de les bercer et de les ballotter lorsqu'ils pleurent, voir s'ils ne souffrent pas, s'ils sont propres, si quelques plis des langes ne les blessent pas, s'ils urinent bien; en cas de maladie avoir tout de suite recours à un vrai médecin des enfants.

Veut-on les distraire? au lieu de leur crier dans les oreilles et de les balancer, fixer leur attention sur des objets divers, tels que les animaux, les poissons, etc., l'être vivant étant toujours en mouvement, l'enfant suit toujours avec intérêt ce déplacement de couleur.

Le temps s'écoule rapidement, six mois après la naissance, les gencives se sont durcies, les dents font ou vont faire leur évolution, l'enfant s'est renforcé; à moins de circonstances particulières, quelque bonne

que soit la nourrice, ce petit être ne peut trouver dans le lait seul, les principes réparateurs dont il a besoin pour croître, ayons recours, alors, non à des médicaments mais, à d'autres substances alimentaires que le lait.

La désorganisation du lait par le feu prouve que, toute substance alimentaire cuite avec du lait doit s'écarter de la nourriture des jeunes enfants.

Ayons recours soit aux fécules légèrement torréfiées, soit au pain et préférablement aux galettes.

Enlever la croûte du pain rassis, la faire tremper dans l'eau, puis l'exprimer pour lui faire rendre le levain, remettre au feu dans la quantité de liquide convenable pour la bien faire cuire, passer ensuite au tamis de soie, tel est un procédé par lequel on obtient une alimentation complète pour les enfants. Inutile de dire que l'on augmente sa consistance selon l'âge.

Le lait de poule, jaune d'œuf bien frais, battu avec du sucre et mélangé avec une certaine quantité d'eau chaude est un procédé des plus utiles.

Sevrer l'enfant, c'est le lancer tout à fait dans la vie animale naturelle; cette transformation doit s'accomplir peu à peu, il faut bien se garder de donner de la viande avant d'avoir fait usage de bouillon dégraissé, de soupe, le tout bien cuit. Oublier ces prescriptions est la cause de ces maladies de l'abdomen qui emportent la plus grande partie des enfants.

Nous ne pouvons passer sous silence la gymnastique nécessaire à l'enfant; presque dès sa naissance il bouge les jambes et les bras et un enfant complètement nu cesse de pleurer; quelle en est la cause?

L'enfant débarrassé de ses langes n'a rien qui puisse empêcher le développement de son corps, comme nous, il est sujet à gonfler, à subir les influences atmosphériques; il se trouve quelquefois dans les mêmes conditions que certaines personnes qui sont obligées, selon le temps et la température, de desserrer leurs vêtements.

Mettez à l'enfant une chemise et un caleçon, étendez-le sur un tapis ou une natte, pour le préserver du contact du sol, vous le verrez alors heureux et content se roulant à sa façon, puis un jour, sans plus de peine, il se relèvera et marchera au moment où vous vous en douterez le moins. Usez de ce procédé bien simple qui permet aux parents de vaquer à leurs travaux et dont la réussite est assurée.

N'effrayez jamais l'enfant par des cris ou des mouvements désordonnés, c'est l'un des points essentiels de l'éducation enfantile; combien de pauvres êtres traînent une vie languissante parce que l'on a oublié cette règle.

Revenons à l'enfant de six mois et occupons-nous de son éducation morale.

A mesure que l'enfant se développe physiquement, son intelligence s'ouvre au monde extérieur, il a déjà de petites pensées et prouve par ses gestes et ses éclats de rire ou ses pleurs que tel ou tel objet lui est agréable, c'est surtout à cette époque de l'éclosion des premières sensations que l'on ne saurait trop se garder de donner à l'enfant des impressions inexactes sur la vie naturelle. L'on doit parler à l'enfant comme aux grandes personnes, lui faire observer les objets tels qu'ils sont, objets usuels, animaux, végétaux, insectes ou tout autre, il faut toujours lui parler franchement et se garder de lui dire, que le loup le mangera, l'abeille le piquera, le diable et le loup garou viendront le prendre et autres balivernes.

A mesure que ce petit être avance en âge, surtout si l'on s'occupe de lui, l'on voit sa petite intelligence se développer peu à peu, il faut l'aider sans la pousser trop en avant ; la laisser en retard est pernicieux.

Expliquer en se mettant à leur portée les phénomènes de cette nature que l'enfant a toujours sous les yeux, les choses usuelles qu'il voit, les animaux avec lesquels il joue ou qui s'ébattent dans la basse-cour et les écuries, lui expliquer les fleurs, les aquariums, les devantures des magasins, tel est le moyen bien simple et bien économique de lui suggérer des idées.

Les notions de Dieu, du juste et de l'injuste et toutes autres indispensables à l'homme, se développeront peu à peu si l'on soigne les enfants, mais de même que la notion du bien prend droit de cité dans leur cerveau, c'est aussi le moment où la notion du mal fait une telle impression qu'elle pervertit, quelquefois pour toujours, cette jeune intelligence.

La société a des devoirs à remplir :

Développer dans les masses l'allaitement maternel et mixte, venir en aide aux mères de famille qui ne peuvent nourrir complètement de leur lait, vêtir les enfants, procurer à la mère les moyens de gagner sa vie tout en allaitant, tels sont les devoirs de la société.

Étendons le plus possible les sociétés protectrices de l'enfance, fondons des crèches, plus tard des salles d'asile, et nous accroîtrons ainsi la population française.

Rappelons-nous les paroles de Schiller :

« Être un homme de son temps, c'est être du même coup un homme de l'avenir. »

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA 15e SECTION

M. Émile Acollas. — Philosophie de la science politique.

M. Fr. Passy. — La Liberté du travail et les Traités de commerce.

M. César Poulain. — Tableau synoptique de l'agriculture de 1800 à 1878. — Tableau synoptique de l'industrie linière de 1789 à 1879.

M. le Dr Adrien Sicard. — Étude historique sur le Dr P.-M. Roux. — Société de statistique de Marseille : compte rendu de 1878 et rapport sur les concours. — Compte rendu des assises régionales d'horticulture et d'histoire naturelle de Marseille.

CONFÉRENCES

M. J.-A. BARRAL

Secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture.

SUR LES IRRIGATIONS

Séance du 29 août 1879. —

MESDAMES, MESSIEURS,

Le Conseil d'administration de l'Association Française pour l'avancement des Sciences, ayant cherché quelle était la question scientifique qui pourrait être le plus avantageusement traitée dans une conférence faite durant la session de Montpellier, au point de vue des intérêts les plus chers au midi de la France, a pensé que celle du meilleur aménagement des eaux attirerait plus vivement l'attention qu'aucune autre. L'affluence considérable des auditeurs venus dans cette enceinte pour entendre parler des irrigations, prouve qu'il ne s'était pas trompé, mais la tâche qui m'incombe n'en est que plus difficile. J'ai besoin de votre bienveillance pour la remplir selon son attente. Je n'y ai d'autre titre qu'un dévouement absolu à la cause du progrès de l'agriculture et de longues et patientes études sur ses besoins et les moyens de les satisfaire. Je vais tâcher de vous montrer combien le bon emploi de l'eau pourrait produire de résultats importants pour la prospérité du pays, pour la richesse de l'État, pour la science elle-même, dont les applications fécondes augmentent l'influence dans les sociétés modernes.

Dans une contrée où de longues sécheresses rendent si souvent stériles les efforts de ses courageux laboureurs, il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance des irrigations, car l'exemple des privilégiés que le hasard de la situation fait jouir d'un cours d'eau a depuis longtemps appris à tous qu'on peut, par les arrosages, suppléer avantageusement à l'absence prolongée des eaux pluviales. Mais de là à se rendre exactement compte du rôle véritable de l'humidité dans la végétation, de là à expliquer complètement les grands rendements des récoltes, que de chemin a dû parcourir l'esprit humain

s'attachant à poursuivre la découverte des lois de la production de la matière vivante. Un regard jeté sur le passé peut inspirer des réflexions utiles ; je vous demande la permission de vous arrêter quelques instants sur l'origine de nos connaissances en cette matière et sur leur développement. Après ces courtes considérations historiques, je décrirai successivement les systèmes d'irrigation adoptés chez les différents peuples agriculteurs, les constructions effectuées en vue de bien aménager les eaux, les applications faites aux diverses cultures et les résultats obtenus. J'aurais tant de descriptions à donner, tant de choses à détailler, qu'il ne me serait pas possible de passer en revue l'immensité des sujets que je dois au moins effleurer, si je n'avais la ressource de faire passer devant vos yeux, par des projections que veulent bien m'aider à faire MM. Duboscq, Crova, Foëx et Henri Sagnier, les plans et les dessins des nombreux objets que je n'aurai plus qu'à montrer, pour les faire connaître, sans avoir besoin d'insister.

S'efforcer de trouver les causes des grands rendements que l'on peut obtenir de la terre, c'est chercher le secret de la vie des plantes, c'est tenter de dérober à la nature la connaissance des forces qu'elle met en jeu pour créer les êtres vivants avec la matière inerte. Dès la plus haute antiquité, les grands esprits qui ont, par leurs idées, par leurs travaux, par leurs recherches, enrichi le domaine du savoir humain, se sont occupés des raisons de la production végétale ; aucun n'a tout de suite découvert les causes même immédiates des phénomènes, mais tous ont concouru à approcher du but. La vérité est abritée sous des voiles qu'il faut successivement détacher.

C'est ainsi que les philosophes de la Grèce ont d'abord confusément aperçu la théorie de la production agricole, lorsqu'ils ont émis la conception que quatre éléments doivent tout engendrer. Il est facile de voir cette théorie d'abord vague, se préciser avec le temps, à la lumière de l'observation des faits, et finir par devenir pratiquement utile. Le philosophe pythagoricien Empédocle, qui vivait au cinquième siècle avant Jésus-Christ, admettait que, dans la nature, quatre éléments servaient à former tous les corps : le feu ou Jupiter, la terre ou Junon, l'air ou Pluton, l'eau ou Nestis. Deux causes produisaient tous les phénomènes de combinaison ou de décomposition : l'amitié qui unit les éléments, et la haine qui les sépare.

Cette théorie a été développée par Platon et par Aristote. Or, qu'est-elle devenue aujourd'hui, cette conception à l'origine plus poétique qu'utile ? Elle se résume dans le produit de la chaleur et de la lumière par de l'humidité ou de l'eau, et enfin de l'engrais comme troisième facteur.

Depuis les belles expériences de Bonnet, de Saussure, de Boussingault, pour ne parler que des plus illustres entre tous ceux qui ont concouru à constituer la science moderne, au lieu du feu, nous avons la chaleur et la lumière qui agissent pour assurer le développement des plantes et amener l'assimilation des éléments qu'elles puisent, par leurs racines ou par leur feuillage, dans le sol ou dans l'atmosphère.

La terre est toujours le réceptacle de tous les éléments nécessaires à la végétation, mais les agriculteurs savent maintenant qu'il faut la compléter par l'addition des engrais qui lui apportent les principes nécessaires à la

vie des plantes, qui y font plus ou moins défaut. Au point de vue physique, la terre a cessé aussi d'être seulement le point d'appui ou la fondation des végétaux ; on sait qu'il est nécessaire d'en modifier la constitution par des travaux de labour, d'en amener l'égouttement par le drainage et d'y assurer la circulation d'un air suffisamment oxygéné.

Quant à l'air qui entoure tous les êtres vivants, il fournit particulièrement le gaz acide carbonique que les feuilles décomposent sous l'action de la lumière, pour fixer le carbone et dégager l'oxygène, que parfois elles consomment, en jouant parallèlement deux rôles, l'un de réduction et l'autre de combustion.

Enfin, l'élément liquide n'est plus seulement destiné à rafraîchir les plantes ; l'eau dissout dans le sol tous les principes qui, amenés au contact des cellules végétales, y sont absorbés, condensés, transvasés par une série d'endosmoses et d'exosmoses, tandis que l'humidité s'évapore parallèlement aux autres phénomènes de combinaison et de décomposition qui se produisent sous la double action de la chaleur et de la lumière. L'humidité météorique agit en même temps pour donner satisfaction à un besoin d'absorption qui, à certains instants, doit succéder à l'évaporation. L'eau mise en réserve dans les couches profondes du sol, s'élève jusqu'à la couche arable, pour être absorbée par les racines. Mais la provision d'humidité souterraine finirait par être épuisée, si les pluies ne venaient la remplacer.

Comme la multiplication des cellules végétales et les assimilations diverses qui en sont la conséquence ne peuvent se produire qu'au prix de la dépense d'une certaine quantité d'eau, la récolte que fournit chaque culture dans un lieu déterminé dépend en grande partie de l'abondance ou de la rareté des pluies, c'est-à-dire de la sécheresse ou de l'humidité de l'année. Si le cultivateur peut modifier cet élément, de même qu'il sait changer la composition du sol, il se rend, en quelque sorte, maître de la production elle-même.

Une expérience facile à répéter, montre dans quelles limites considérables un agriculteur peut faire varier le rendement d'une récolte. Que l'on cultive, par exemple, quatre betteraves dans quatre grands pots-à-fleurs contenant la même quantité de terre. Que l'un de ces pots ne reçoive que l'eau pluviale, tandis que le second, les jours où il ne pleuvra pas, reçoive un quart de litre d'eau, le troisième un litre d'eau, et le quatrième la quantité d'eau nécessaire pour que le poids du vase soit chaque jour ramené au poids de la veille, ce qui pourra exiger, à certains jours très chauds et très lumineux, jusqu'à deux litres et demi d'eau. Le poids de la racine, au moment de la récolte en novembre, présentera des différences énormes. Voici, par exemple, les chiffres que j'ai obtenus dans une expérience : on pourra, en répétant l'épreuve, trouver des chiffres un peu différents, mais les variations seront toujours dans le même sens. Tandis que la première betterave ne pesait que 450 grammes, j'ai trouvé que la deuxième pesait 525 grammes, la troisième 637 grammes ; quant à la quatrième, elle avait un poids plus que quadruple de celui de la première, puisqu'il atteignait 1,850 grammes. Les feuillages des quatre plantes étaient, en outre, bien différents ; ils avaient pris un immense développement sur la betterave la plus grosse, pour attester à tous les yeux combien l'irrigation

peut modifier les résultats de la culture, de telle sorte que, dès maintenant, je puis affirmer devant vous que même dans les régions où les pluies sont assez abondantes et fréquentes, les irrigations peuvent néanmoins avoir une grande utilité, et qu'elles ne sont pas seulement le remède de l'agriculture des pays où règnent de grandes sécheresses.

Et, en effet, ce sont des merveilles que les irrigations produisent, merveilles dont je vais vous donner des preuves en décrivant rapidement les irrigations de l'Italie et de l'Espagne, c'est-à-dire des deux pays voisins qui, l'un à gauche au delà des Alpes, l'autre à droite derrière les Pyrénées, ont fait des cultures arrosées qui ont servi d'exemple à notre pays, lorsque se sont établies d'un côté les belles irrigations des bassins de la Durance et du Rhône, et de l'autre celles des trois grandes vallées des Pyrénées-Orientales.

Mais ce n'est pas seulement dans ces régions méridionales que les études que j'ai faites m'ont démontré le rôle capital des irrigations. Au centre de la France, dans l'Auvergne et dans le Limousin, j'ai constaté des faits non moins importants, en parcourant toutes ces campagnes comme membre des jurys institués par le gouvernement dans les concours destinés à encourager le meilleur aménagement des eaux pour l'agriculture en France. On est enfin arrivé à reconnaître, dans notre patrie, que les cours d'eau ne sont pas seulement destinés à être des chemins qui marchent, avec le grand défaut de descendre toujours et de ne remonter jamais, mais qu'ils doivent servir à féconder toutes les vallées qu'ils traversent. Aujourd'hui ils sont des agents de stérilisation, car ils entraînent dans les profondeurs de la mer, le meilleur de la surface des hautes montagnes et la richesse des vallées que souvent ils dévastent ; ils doivent être désormais les agents de la fertilisation. Il faut se souvenir d'appliquer le proverbe arabe : *la terre est femelle, et l'eau est mâle.*

L'antique usage des irrigations en Italie est attesté par les vers célèbres du 1er livre des Géorgiques :

Deinde satis fluvium inducit rivosque sequentis.
Et, quum exustus ager morientibus æstuat herbis,
Ecce supercilio clivosi tramitis undam
Elicit: illa cadens raucum per levia murmur
Saxa ciet, scatebrisque arentia temperat arva.

« Bientôt ils conduisent (sur leurs champs ensemencés) les eaux d'un fleuve, et les courants détournés. Quand le soleil embrase les campagnes, que l'herbe sèche et meurt, tout à coup des hauteurs sourcilleuses du coteau l'eau descend, amenée dans la plaine ; je l'entends qui murmure en tombant sur les cailloux ; les champs sont rafraîchis et l'herbe s'est ranimée. »

Depuis deux mille ans, les cultivateurs de la Lombardie et des plaines du Milanais, de la Toscane, ont pris soin d'améliorer la canalisation de leurs terres et de rendre leurs prairies plus fertiles. Je fais passer sous vos yeux les plans des principaux canaux d'arrosage de la Lombardie. Vous y voyez que les eaux des rivières de l'Adda, du Tessin et du fleuve le Pô, sont presque complètement détournées pour fertiliser de vastes plaines. Je rappellerai, pour

vous donner une idée de l'action de l'eau, la fécondité des célèbres prairies du Milanais, où l'on peut faire jusqu'à sept à huit coupes de fourrages par an.

Mais si l'eau qui circule, l'eau qui est profondément et constamment aérée, est féconde et donne une végétation luxuriante, il n'en est pas de même de l'eau stagnante dans laquelle l'oxygène ne se renouvelle pas. Cette eau est mortelle pour un grand nombre de plantes, car elle ne convient qu'aux plantes marécageuses; elle est mortelle aussi pour les hommes et les animaux. En même temps qu'on arrose, il faut assainir. A un canal d'arrosage il faut joindre un canal de colature, afin d'enlever l'excès de l'eau qui a servi à l'irrigation. Dessécher est aussi nécessaire qu'irriguer, sous peine de n'avoir que des récoltes mauvaises et de transmettre aux populations rurales les germes des fièvres paludéennes. L'Italie moderne, qui a repris la tête de la civilisation, nous en donne un magnifique exemple. Je fais passer sous vos yeux le plan du dessèchement du lac Fucino que le prince Torlonia a entrepris et mené à bonne fin avec le concours de trois ingénieurs français, MM. de Montricher, dont j'aurai tout à l'heure à vous parler longuement, Bermont et Brisse. Ce lac occupait, dans les Abruzzes, le fond d'une immense cuvette de 65,000 hectares environ, sans aucune issue. Sa surface était de plus de 15,000 hectares. Il recevait les eaux de toutes les montagnes qui l'entouraient; ses crues ravageaient souvent ses rivages. Pour en faire écouler les eaux, il a fallu creuser une galerie d'écoulement d'une longueur de plus de 6,000 mètres, en tunnel sur une grande partie de son parcours. Le travail d'écoulement a demandé près de quinze années; il est achevé aujourd'hui. L'aménagement agricole des terres conquises sur les eaux se poursuit avec activité. Dans toute cette vaste surface, la santé succède à la fièvre, l'abondance à la misère; la population cesse d'émigrer, car une terre féconde lui assure une légitime rémunération de son travail. Les eaux des sources sont captées et leur action désormais bienfaisante servira à multiplier les récoltes.

Si nous quittons la région d'au delà des Alpes, pour aller dans les pays d'au delà des Pyrénées, nous trouvons encore en Espagne des travaux importants d'irrigation, sans doute inaugurés d'abord par les Romains, mais améliorés et considérablement augmentés par les Maures et les Sarrasins. L'emploi judicieux de l'eau était une condition de vie ou de mort pour ces contrées. Quand on remonte au ve ou au vi^e^ siècle, on voit, dans l'histoire du royaume de Valence notamment, la profonde trace qu'a laissée parmi les populations le souvenir de la fondation des canaux. Je fais passer sous vos yeux la reproduction d'une gravure du temps, où vous voyez les ingénieurs de l'époque venir présenter à genoux au sultan le plan de la distribution des eaux de la rivière de Turia. Le sultan est entouré de sa garde, le sabre nu. Aujourd'hui, Messieurs, les ingénieurs ne sont plus à genoux, ils administrent et gouvernent.

Voici maintenant deux cartes, dont l'une vous montre l'ensemble des arrosages faits avec l'Azequia del Rey et avec les eaux du Xucar, de la Turia, et dont l'autre vous donne une idée du soin avec lequel, depuis des siècles, aucune goutte d'eau n'est perdue dans la banlieue de Valence; les canaux s'enchevê-

trent et retiennent successivement toute la puissance fécondante de la rivière.

A côté des plans d'ensemble, je vous montre les travaux d'art gigantesques, dont quelques-uns remontent aux premiers temps de l'occupation romaine. Voici l'aqueduc construit par leurs armées pour amener l'eau de la rivière de la Turia au camp de Liria. — Près d'Alicante, le voyageur étonné rencontre dans les montagnes de Tibi, l'immense réservoir dont je fais passer la perspective sous vos yeux. Construit au XVIe siècle afin de retenir les eaux descendant des montagnes, pour les distribuer dans la vallée suivant les besoins des

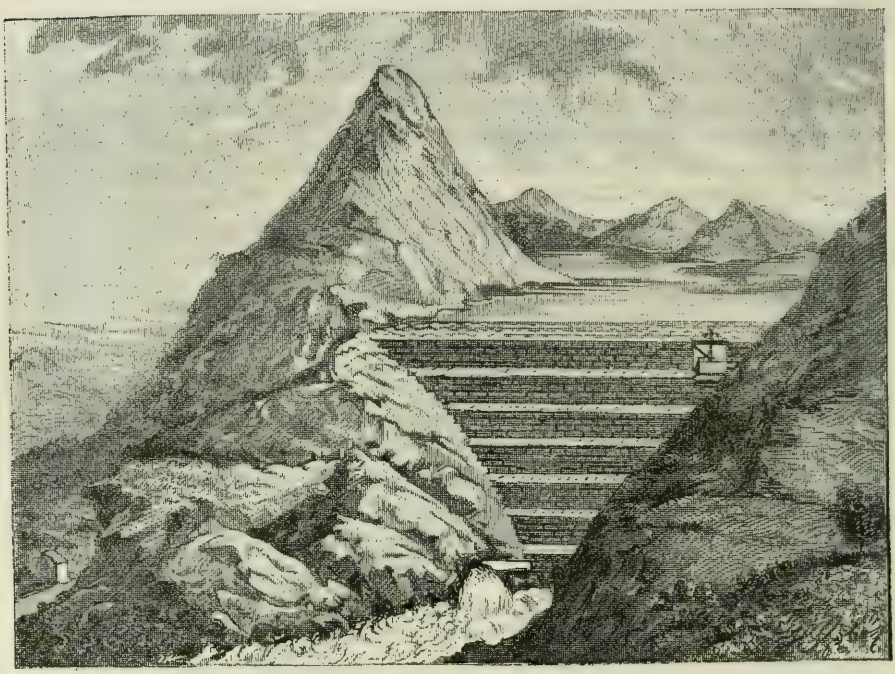


Fig. 81. — Bassin de Tibi, près d'Alicante.

récoltes, il n'a pas moins de 110 mètres de largeur, et la haute muraille qui le borne entre les rochers compte 66 mètres. Accru à différentes reprises, il a été complètement achevé en 1738.

J'ai visité les irrigations du royaume de Valence il y a trois ans. Quand la rivière arrive à la ville, elle n'a plus d'eau ; tout a été employé pour les irrigations. Le lit de la Turia, jusqu'aux rivages de la mer, ne sert plus que dans le cas des crues ou des inondations. L'idéal, pour les ingénieurs espagnols, est qu'à l'étiage la totalité de l'eau des fleuves et des rivières soit employée par l'agriculture ; ils ne tiennent pas, comme chez nous, à ce que toujours de l'eau se rende à la mer, sous prétexte de navigation qui souvent manque complètement.

Mais aussi quels magnifiques résultats sont obtenus dans ces cultures maraî-

chères, fourragères et arborescentes! Des masses immenses d'engrais sont employées, en même temps que l'eau est répandue, pour les rizières sèches, pour l'arachide, pour les vignes et les orangers, pour les luzernes. Dans aucun port, il n'entre autant de navires chargés de guano que dans le grao de Valence. La population ne laisse perdre aucun détritus animal, aucune déjection. J'ai vu, au mois de novembre, faire la vingt-deuxième coupe dans une luzernière qui avait donné 22,000 kilog. de foin sec à l'hectare.

Aussi nulle part les canaux ne sont mieux administrés. Des syndicats nombreux existent dans la province; toutes les difficultés qui peuvent naître entre voisins sont jugées souverainement par un tribunal composé de cultivateurs,

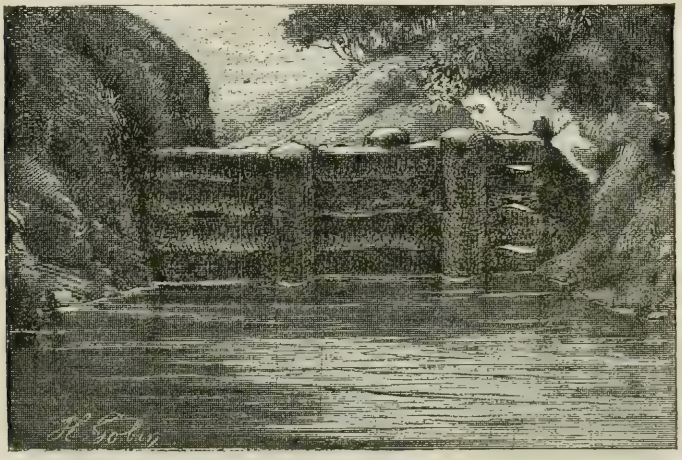


Fig. 82. — Barrage construit avec des poutres et des pieux.

le tribunal des *acequieros*. J'ai vu ce tribunal, qui se réunit le jeudi de chaque semaine, à 11 heures précises, au parvis et sous le portail latéral de l'église métropolitaine de Valence, en plein air, sous la voûte du ciel, rendre simplement et souverainement la justice. Ils étaient sept paysans, quelques-uns venus en manches de chemise; après avoir déposé leurs bâtons contre les piliers de l'église, ils se sont assis sur un banc semi-circulaire. Une grille basse portative avait été installée pour leur fournir un étroit prétoire. Le secrétaire était habillé simplement en bourgeois et assis à côté d'eux; son clerc appelait les causes. Un jour que j'y ai assisté, il n'y avait que deux affaires pour lesquelles des remises à huitaine ont été demandées et immédiatement accordées. La séance n'avait duré que quelques minutes. Un autre jour, une amende a été prononcée après quelques explications contradictoires; elle fut immédiatement payée, sans la nécessité de la signification. Il y a réellement là une leçon à prendre, un enseignement à garder. Ainsi qu'Arago le raconte dans le récit de son voyage en Espagne pour la mesure du méridien terrestre, les Catalans avaient jadis une bien mauvaise opinion des Valençais : « Dans » le royaume de Valence, disaient-ils, la viande est légume, les légumes de » l'eau, les hommes des femmes et les femmes rien. » Cette opinion doit être

bien modifiée ; j'ai vu des femmes travailler avec énergie, et les fruits sont succulents. Les habitants de cette province sont profondément industrieux, je vous ai donné des preuves nombreuses et qui ont dû vous convaincre (1).

Les travaux d'irrigation espagnols ont été introduits de ce côté des Pyrénées, lors de l'invasion des Sarrasins. On en trouve de nombreux vestiges, notamment dans les parties de la Catalogne et du Roussillon qui forment aujourd'hui le département des Pyrénées-Orientales.

Les procédés d'arrosage et d'exécution des canaux encore suivis dans ces contrées sont ceux qui sont décrits dans le traité d'agriculture d'Ebn-el-Awam, paru au XIIe siècle de notre ère. Les figures qui apparaissent au tableau montrent avec quelle simplicité, et à la fois avec quelle solidité les travaux étaient exécutés. Voici d'abord un barrage placé en travers d'un cours d'eau, et construit avec poutres placées horizontalement, que consolident des pieux enfoncés dans le lit ; les poutres sont arc-boutées sur les rochers des rives (fig. 82 ci-dessus).

Pour relever le niveau des rivières ayant une plus grande largeur, on a adopté des digues submersibles. Voici (fig. 83) la vue perspective de l'une de

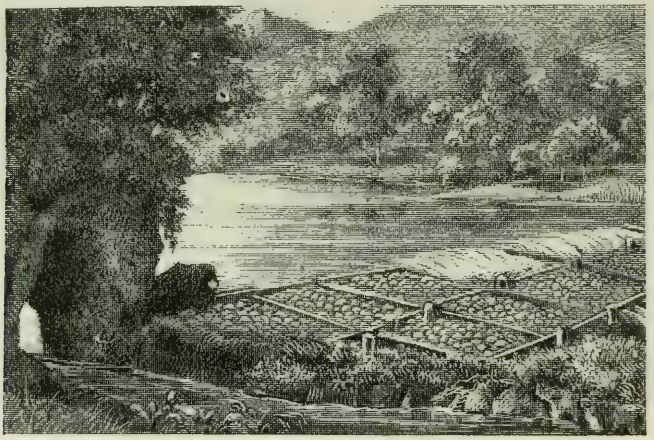


Fig. 83. — Digue formée de madriers et de cailloux.

ces digues. Elles sont formées par des poutres assemblées et formant des carrés que l'on remplit soit avec des cailloux, soit avec des pavés solidement tassés. — Pour les construire (fig. 84 et 85), on enfonce dans le lit des rangées de pieux parallèles, dont la hauteur est déterminée par le niveau auquel on veut élever l'eau. Les pieux sont moins enfoncés en amont et en aval de la ligne centrale (fig. 84). En travers de ces rangées de pieux on fixe les poutres qui réunissent les deux extrêmes en s'appuyant sur la ligne du milieu ; sur celles-ci on en place d'autres carrément, assemblées entre elles à mi-bois de manière à former un plan incliné, divisé en échiquiers et supporté par

(1) On peut consulter à ce sujet le *Tratado de la distribucion de las aguas del rio Turia, y del tribunal de las Acequieros de la Huerta de Valencia,* par don Francisco Xavier Borrull y Vilanova — Valencia, 1831.

autant de pieux verticaux qu'il y a d'intersections. Toutes les cases sont ensuite remplies par des pierres et des cailloux, et on termine la digue par un pavé solide qui arrase la charpente. Ces digues ont une très longue durée ; elles rendent de très grands services dans les montagnes.

Ces dessins sont empruntés à l'excellent mémoire sur les irrigations des Pyrénées-Orientales que Jaubert de Passa a publié en 1820. Ce mémoire permet de constater aujourd'hui les progrès réalisés depuis soixante années. Dans cet intervalle, le nombre des hectares arrosés dans le Roussillon, qui était de 12,000 environ, a plus que doublé ; il est actuellement de 25,000. En outre, les irrigations s'y pratiquent plus avantageusement, et surtout elles sont mieux combinées avec le système général de culture.

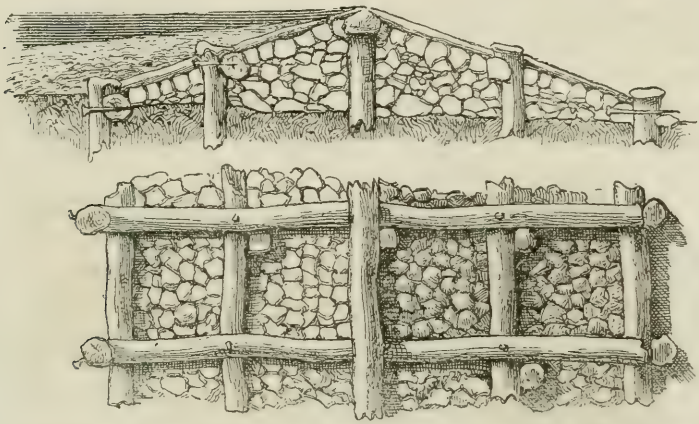


Fig. 84 et 85. — Profil de la digue submersible ; plan de la digue submersible.

Je fais passer sous vos yeux la carte générale des irrigations dans les Pyrénées-Orientales. Vous voyez qu'elles sont répandues dans la montagne, comme dans la vallée, dans les trois bassins de l'Agly, de la Tet et du Tech qui se rendent parallèlement à la mer en arrosant le département. Non seulement les eaux de rivières sont dérivées, mais celles des sources sont captées dans des réservoirs, et l'on va chercher, dans la plaine de Perpignan, les nappes d'eau souterraines pour les faire remonter par des puits forés ; les eaux jaillissant naturellement, forment maintenant une quarantaine d'oasis d'une luxuriante prospérité.

Si nous franchissons maintenant toute la zone méditerranéenne située entre les Pyrénées et les Alpes, nous trouvons de nouveaux systèmes de canaux d'arrosage remontant aussi à une haute antiquité, principalement dans les départements des Hautes et Basses-Alpes, de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône.

Le bassin de la Durance est aujourd'hui un des mieux arrosés parmi tous les bassins fluviaux de l'Europe. Dans les deux seuls départements des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse, 40,000 hectares sont fécondés par les eaux d'une rivière qui naguère n'était connue que par la dévastation qu'elle causait. Il y en a 26,880 dans les Bouches-du-Rhône seulement, dont le plan que

je vous montre (fig. 86) fait voir les principales canalisations. Le réseau paraîtrait inextricable s'il avait été possible de tracer les canalisations secondaires.

Une grande célébrité appartient déjà à plusieurs de ces canaux. Nommer, par exemple, le canal de Crapponne, c'est immédiatement justifier cette allégation. L'histoire de ce canal est curieuse et instructive ; elle mérite de vous être résumée en quelques mots.

Fig. 86. — Carte des canaux des Bouches-du-Rhône.

Ingénieur éminent, Adam de Crapponne, né à Salon vers 1525, avait placé en première ligne, parmi les vastes projets qu'il avait conçus, la pensée de donner la richesse à la partie de la province où s'étaient écoulées ses jeunes années, en la dotant d'un canal alimenté par la Durance. Il se mit à l'œuvre ayant à peine trente ans. Le canal dont il obtint la concession, en 1554, devait avoir sa prise au territoire de Janson, traverser les terroirs de Laroque, Valbonnette, Mallemort, Lamanon, Salon, Cornillon, Chamas et aller se jeter dans la mer au delà de cette dernière commune. Il réalisa son projet avec ses seules ressources, souvent contre ses amis, contre ses parents, avec le seul appui de sa sœur Jeanne, qui le soutenait par des prodiges d'amour fraternel.

Le canal qui porte son nom et qui, sur un parcours de treize lieues, fertilise

lise près de 10,000 hectares de terres appartenant à dix-neuf communes, fut achevé en cinq années, et il ne fallut rien moins que le succès pour convaincre le public de la possibilité de l'entreprise. Entre temps, Adam de Crapponne fut abreuvé de tous les dégoûts, de toutes les amertumes. Un jour, le 13 mai 1552, il fut hué par la foule et exposé aux plus graves violences, parce que, dans un essai de son canal principal, il avait eu la douleur d'avoir à constater des infiltrations. Sa sœur Jeanne, seule, lui rendit le courage; la noble fille lui fit accorder par Antoine de Cadenet, contre le don de sa main, les secours nécessaires pour l'achèvement de son œuvre. Enfin, le 30 avril 1559, les eaux arrivèrent à Salon où elles furent reçues avec enthousiasme par une population versatile, mais alors reconnaissante, ayant à sa tête le clergé. Cette grande fête n'apporta qu'un court soulagement à la dure existence d'Adam de Crapponne. S'il put obtenir quelques subsides pour compléter son œuvre, sa ruine n'en fut pas moins bientôt absolue. Il dut abandonner la Provence et redemander du service au roi Henri III. Vers 1575, envoyé à Nantes pour inspecter les travaux de fortification exécutés par des entrepreneurs que patronnait la reine-mère, il constata de graves malfaçons dans les ouvrages. Ses ennemis, n'ayant pu acheter son silence, l'empoisonnèrent. Sa mort ne fut pas vengée; ses dépouilles mortelles restèrent confondues dans une fosse commune; sa sœur Jeanne ne put leur donner la dernière sépulture; elle dut se borner à assurer le culte du souvenir du mort parmi les siens et dans son ingrate patrie. La statue du grand ingénieur a été élevée, il y a quelques années seulement, en face l'hôtel de ville de Salon. Je mets sous vos yeux son portrait, pour rendre un pieux hommage à sa persévérance et à son génie. Il n'a recueilli de son vivant que la ruine pour une œuvre qui, aujourd'hui encore et dans l'éternité, enrichira son pays. Et puis, quel bel exemple à citer que celui du dévouement infatigable de sa sœur ! N'est-ce pas vous toutes qui m'écoutez, mesdames, vous vous souviendrez de Jeanne de Crapponne, et sœurs, mères ou épouses, vous voudrez vous associer aux œuvres de ceux que vous aimez. Ne les laissez jamais désespérer. Comprenez leurs aspirations, et s'ils succombent dans les rudes labeurs de ce monde, défendez leur mémoire devant la postérité.

Sur la même carte vous apercevez encore une autre canalisation d'une grande importance, c'est celle des canaux des Alpines. Elle a sa prise en Durance à Mallemort. Une branche commune, dite du canal Domanial, part de la rivière, puis se partage au pont Donneau, en deux réseaux distincts, l'un des branches méridionales, l'autre des branches septentrionales. La première partie fut d'abord appelée canal de Boisgelin, du nom de l'archevêque d'Aix, qui, en 1772, en ordonna la construction. Depuis 1791, une partie est devenue propriété de l'Etat, qui exploite aujourd'hui le tronc commun, la branche d'Orgon et celle de Lamanon ; l'autre partie appartient à la Compagnie française d'irrigation, et comprend les deux branches septentrionales. Cette Compagnie a établi une nouvelle prise à Noves, et elle a créé les branches de Rognonas, de Barbentane et de Tarascon. Elle a pour directeur M. Cacheux, et pour ingénieur actif M. Caucanas. L'ensemble des canaux dits des Alpines sert à l'arrosage de 8,400 hectares.

Une troisième œuvre capitale doit encore vous être signalée. C'est celle du canal qui, partant de la Durance au pont de Pertuis, traverse le département du nord au midi, pour venir, après avoir répandu la fertilité sur une longueur de 83 kilomètres, apporter la salubrité à Marseille et transformer les coteaux arides de son voisinage en jardins et en parcs splendides. Il n'y a peut-être pas d'exemple plus frappant de l'action merveilleuse de l'eau sous les climats méridionaux, que celui de la transformation opérée sur tout son parcours par le canal de Marseille, et par ses ramifications qui s'étendent à droite et à gauche de la branche principale et vont porter aujourd'hui la fertilité jusqu'au delà d'Aubagne.

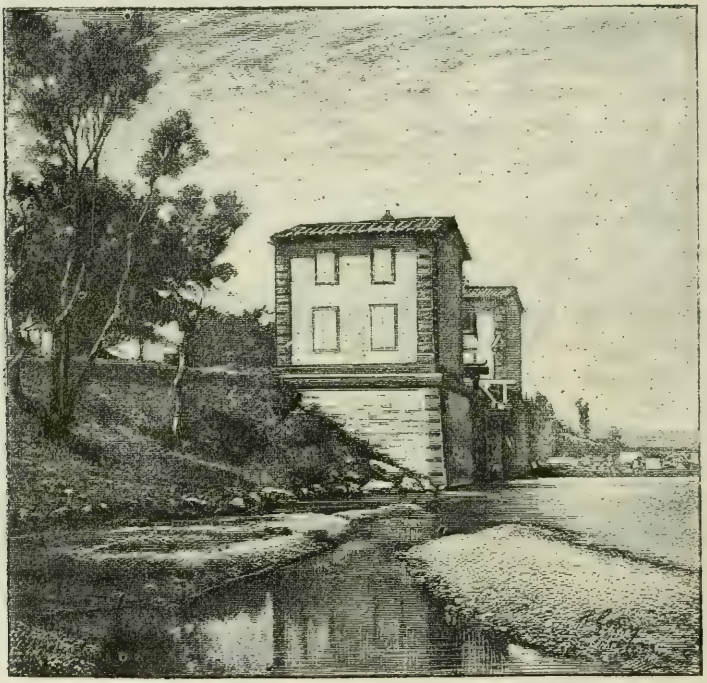


Fig. 87. — Prise du canal de Marseille, dans la Durance.

Pour accomplir cette grande œuvre, de vaillants efforts ont été nécessaires. Il a fallu lutter contre de très grandes difficultés. Je vais vous indiquer quelques-unes des principales.

Voici d'abord (fig. 87) la prise du canal en Durance près du pont suspendu de Pertuis. En aval de cette prise où veillent nuit et jour deux familles de gardiens, on a construit en travers de la rivière un barrage ou un radier général, afin de maintenir constamment le niveau des eaux à la hauteur de la prise.

Sur les 83 kilomètres que parcourt le canal, 16 ont dû être creusés en souterrain. Les trois principaux souterrains de la branche-mère sont ceux des

Taillades, de l'Assassin et de Notre-Dame ; ils ont chacun une longueur de 3,500 mètres. A côté des tunnels qui percent les montagnes, il faut aussi citer les aqueducs qui franchissent les vallées, et portent l'eau d'un versant à l'autre. Il a fallu en construire plusieurs le long du parcours du canal. Le plus important est le pont-aqueduc de Roquefavour, sur la rivière de l'Arc, que je vais faire passer sous vos yeux (fig. 88) ; il fait à juste titre l'orgueil de Marseille; on le citera éternellement avec admiration. Commencé en 1841, il a été terminé en 1847. Ses piles reposent toutes sur le rocher; celles du milieu sont fondées à une profondeur moyenne de 10 mètres au-dessous de l'étiage de l'Arc. Sa longueur est de 382 mètres, et il s'élève à 82 mètres au-dessus du

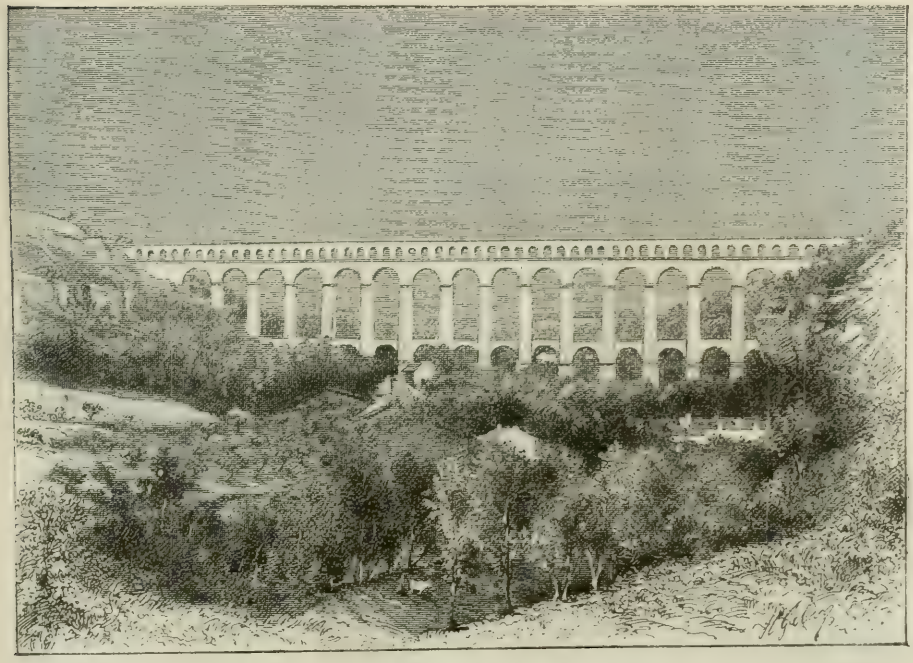


Fig. 88. — Aqueduc de Roquefavour.

niveau de la rivière qu'il traverse. Trois étages d'arches sont superposées, et livrent passage à une route, aux eaux du canal et au chemin de fer. Ce gigantesque travail dépasse, en élégance et en hardiesse, les plus belles œuvres que nous ont léguées les Romains.

Pendant les premières années de son fonctionnement, le canal amenait à Marseille les eaux de la Durance à l'état trouble. Afin de les clarifier, plusieurs bassins ont été échelonnés sur son parcours. Le plus important et qui a remplacé les premiers construits, est le bassin du Réaltort, que je vais encore vous montrer (fig. 89). Il n'a pas moins de 70 hectares de superficie, et sa capacité est de 4,500,000 mètres cubes. Les eaux s'y décantent et

en sortent débarrassées de leur limon. Mais ce bassin aura forcément une durée limitée. On songe à le remplacer, dans un avenir peu éloigné, par un plus grand bassin, dans la vallée de Saint-Christophe à 15 kilomètres en aval de la prise en Durance.

L'auteur de l'œuvre admirable que nous venons de décrire était un des plus distingués parmi les éminents ingénieurs sortis de notre Ecole polytechnique Il y a quelques instants, nous citions son nom parmi ceux qui ont concouru à exécuter en Italie la grande entreprise du lac Fucino.

Jean-François de Montricher, né en 1810, est mort prématurément en 1858. Jusqu'à ce jour, nul monument de la reconnaissance publique n'a encore été élevé à la mémoire de cet illustre ingénieur. Autant qu'il est en nous, nous

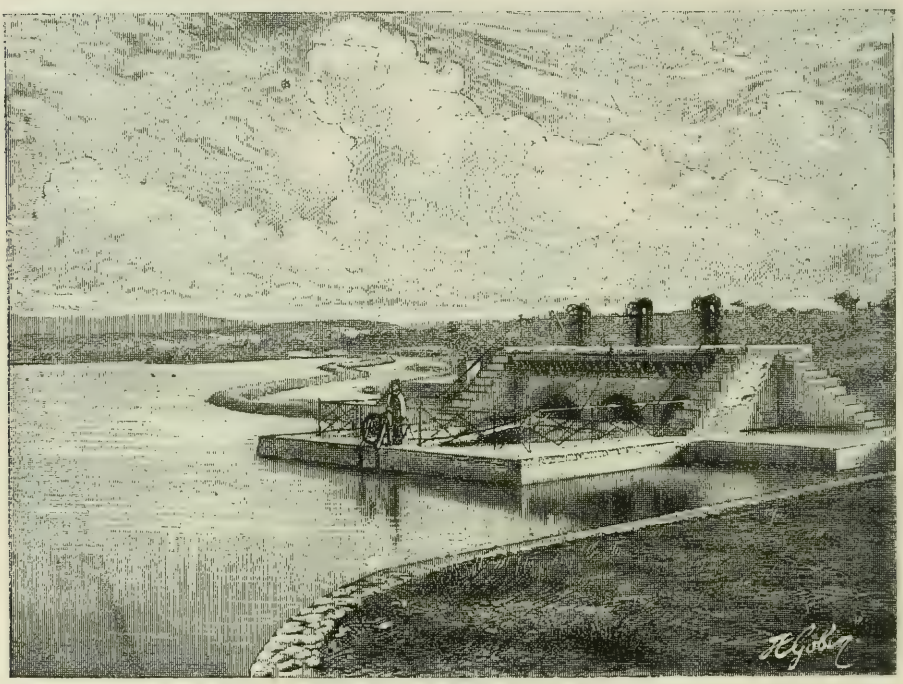


Fig. 89. — Bassin du Réaltort.

vous demandons de lui adresser un salut de reconnaissance pour l'honneur qu'il a fait rejaillir sur notre patrie. En projetant ses traits quelques instants sous vos yeux, vos acclamations retentiront jusqu'à lui dans la tombe. J'ajouterai qu'il avait voulu donner lui-même, dans une exploitation rurale, la preuve des bienfaits de l'irrigation. Sa veuve a continué l'œuvre agricole qu'il avait entreprise, et dans un des concours d'irrigations institués par le gouvernement pour encourager l'aménagement des eaux, nous avons eu la douce joie de pouvoir décerner, au nom du jury, une médaille d'honneur à Mme de Montricher.

Les autres irrigations dans le département des Bouches-du-Rhône, ne

s'étendent que sur un peu plus de 8,000 hectares. Elles sont dues au Rhône et à quelques cours d'eau secondaires. Ce serait peut-être important ailleurs; mais nous ne les citons que pour indiquer que partout où le cultivateur a vu les bienfaits de l'arrosage, il ne néglige plus aucun cours d'eau, ni aucune source; il en profite pour fertiliser. Même les canaux d'assainissement ou les colatures servent à leur tour pour donner une seconde fécondation, en

Fig. 90. — Carte des canaux du département de Vaucluse.

étant aussi employés à des arrosages. C'est ainsi que sont utilisés plusieurs des canaux d'assainissement ou de desséchement que montre la carte des Bouches-du-Rhône.

La carte des irrigations du département de Vaucluse, que la lumière électrique projette maintenant sur le tableau (fig. 90), présente des enseignements non moins remarquables.

On compte, dans ce département, plus de 21,000 hectares soumis à l'arrosage. La carte qui est sous vos yeux, vous montre que dans la partie méridionale, les canaux forment une sorte de lacis qui s'étend sur la presque totalité de la surface des vallées. Les uns empruntent leurs eaux à la Durance, les autres à la rivière des Sorgues qui sort de la célèbre fontaine de Vaucluse. Les autres rivières qui arrosent le département fournissent aussi leur contingent, mais beaucoup plus faible et surtout plus intermittent, à l'irrigation.

Les plus anciens parmi les canaux dont je parle, sont dérivés de la Durance. La plupart ont une origine qui remonte aux temps féodaux; pour n'en citer qu'un exemple, le premier acte de concession du canal Saint-Julien date du mois de mai 1171.

Le plus important est le canal de Carpentras. Il remonte du midi au nord jusqu'à la rivière de l'Aigues. Il n'a pas de prise spéciale dans la Durance; les eaux y sont dérivées par une prise qui lui est commune avec les canaux de Cabedan-Neuf et de l'Isle, et elles n'y parviennent qu'après avoir suivi ces deux canaux sur une longueur de 24 kilomètres.

Il arrose actuellement 4,000 hectares environ, mais il pourrait en irriguer quatre fois plus. Il porte la prospérité dans des régions naguère dévorées par un soleil brûlant et ruinées par des sécheresses désastreuses. Son parcours total est de 458 kilomètres, tant pour la branche principale que pour les dérivations secondaires et tertiaires. Il a été construit, de 1854 à 1857, par une association de propriétaires appartenant à onze communes. — A côté du canal de Carpentras, ceux de Cadenet, de Janson, de Lauris, de Cabedan-Vieux, de Saint-Julien, de Fugueyrolles, de l'Hopital, Crillon, Puy ou de Cambis, empruntent aussi leurs eaux à la Durance.

Ce rapide exposé suffit pour vous montrer que, sur sa rive droite comme sur sa rive gauche, cette rivière est utilisée de la manière la plus fructueuse pour les agriculteurs. La banlieue d'Avignon et les communes voisines ont acquis, grâce à ces travaux, une prospérité véritablement extraordinaire.

Mais le département de Vaucluse possède une véritable corne d'abondance dans la célèbre fontaine qui lui a donné son nom, la divine fontaine, suivant l'expression de Mme de Sévigné, la fontaine illustrée par Laure et par Pétrarque, que les poètes de tous les âges ont célébrée. Ses eaux fécondent des milliers d'hectares dans les méandres de la Sorgue et par les canaux qui en sont dérivés. Voici la fontaine de Vaucluse (fig. 91). Située au pied du massif du Ventoux, à 8 kilomètres de l'Isle, elle est renfermée dans un vaste bassin presque circulaire et en forme d'entonnoir, vers lequel il faut monter assez péniblement. Le chemin aboutit à une caverne ouverte en arcade dans un rocher qui s'élève à pic à une hauteur d'environ 200 mètres au dessus du lit du cours d'eau que la source forme en jaillissant. Un double figuier couronne la partie supérieure de la grotte. Tantôt l'eau paraît dormir au fond de ce vaste entonnoir, et le visiteur peut pénétrer dans la grotte; tantôt au contraire elle s'élève en nappe qui déborde et ferme l'entrée de la caverne. L'eau, très verte, coule d'abord tranquille, mais bientôt elle tombe de rochers en rochers en nappes écumantes, pour former la rivière de la Sorgue. La grotte de la fontaine a environ 40 mètres de longueur de l'ouest à l'est, et une lar-

geur variable de 12 à 15 mètres, dans la direction du sud au nord. La profondeur de l'abîme n'a pu encore être sondée. L'origine de ses eaux paraît devoir être attribuée aux pluies qui tombent sur les montagnes séparant la fontaine de Sisteron ; on a remarqué, en effet, que les oscillations du niveau de l'eau dans la fontaine ont toujours une corrélation avec les sécheresses ou les pluies qui règnent sur la montagne.

Fig. 91. — Fontaine de Vaucluse.

Afin de vous prouver que rien n'est exagéré dans les termes dont je viens de me servir pour caractériser la fontaine de Vaucluse, je mets devant vos yeux la carte des Sorgues et des canaux qui en sont dérivés (fig. 92).

Le débit du torrent qui sort des entrailles de la terre est, à l'étiage, de 13 mètres cubes. Il donne naissance à la rivière de la Sorgue. Celle-ci, bientôt dédoublée, au lieu d'aller se perdre inutile dans le Rhône, met en mouvement 100 usines, et sert, chaque année, à arroser 2,115 hectares; elle pour-

rait en irriguer cinq fois plus. Elle se dirige d'abord à l'orient, puis au nord et forme des méandres sur lesquels vous voyez s'échelonner une vingtaine de prises qui alimentent autant de canaux; le plus grand nombre sont la propriété des riverains constitués en associations syndicales.

Parmi ces canaux, le plus important est le canal dit de Vaucluse, formé par plusieurs branches qui ont reçu différents noms, et dont la longueur dépasse 26 kilomètres. Elles arrosent ensemble 675 hectares. Le canal de Vaucluse appartient aujourd'hui à l'État. Sa construction remonte à une époque qui reste encore inconnue. Le document le plus ancien dans lequel on en trouve mention est une charte de donation faite en 1101 par Rostang de Berenger au chapitre métropolitain de la ville d'Avignon. D'autres règlements ont été élaborés aux XIVe et XVIIe siècles. Finalement, en 1798, de grands désor-

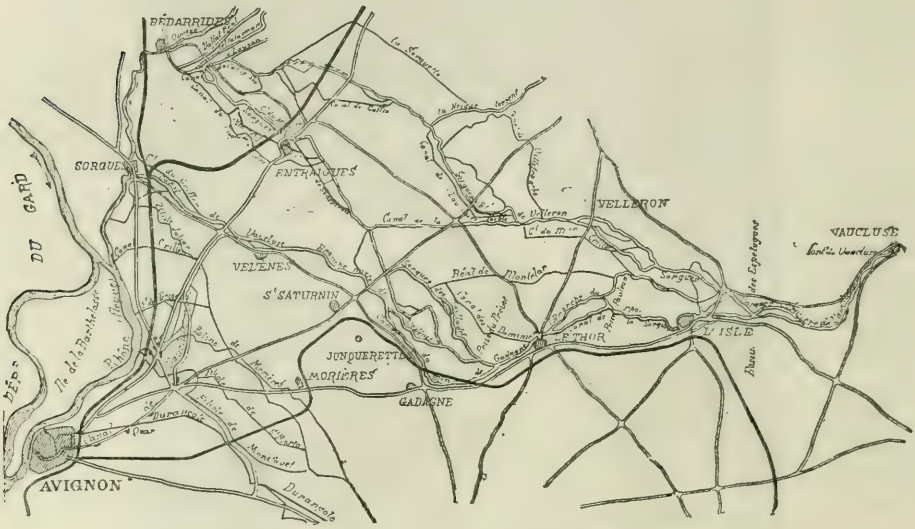


Fig. 92. — Carte des Sorgues et des canaux dérivés.

dres ayant été constatés dans l'usage du canal, l'administration du département prit un arrêté relatif à l'établissement de déversoirs et à la distribution des eaux, tant pour les usines que pour l'irrigation des terres. Mais ce n'est que par deux décrets qui datent de 1842 et 1853 que les dernières difficultés relatives à l'usage du canal ont été enfin aplanies. Je vous donne ces détails pour vous montrer combien souvent a été accidentée l'histoire des canaux d'arrosage en Provence, combien parfois est vaste l'arsenal des réglementations qui les régissent.

Le canal de Pierrelatte, le seul dérivé du Rhône, à la partie nord du département de Vaucluse, est encore un exemple de ces difficultés. Il a été concédé en 1693. La première entreprise a peu réussi, et même le canal a été à peu près complètement comblé à la fin du siècle dernier. Repris sous le premier empire, il a fonctionné irrégulièrement jusqu'en 1838 ; depuis cette date,

la compagnie qui l'avait repris s'est ruinée, et le canal est sous le séquestre depuis 1861. Sa longueur n'est que de 16 kilomètres, et il n'arrose pas plus de 300 hectares chaque année. Le prolongement du canal est projeté jusqu'à la rivière de l'Ouvèze ; il aurait alors une longueur de 80 kilomètres, et il pourrait arroser 17,000 hectares dans le département de Vaucluse. Souhaitons que cette entreprise s'accomplisse à bref délai.

Il est d'autres entreprises de canaux, en France, qui sont aujourd'hui plus ou moins avancées, d'autres encore qui ne sont qu'en projets plus ou moins étudiés. Je citerai notamment le canal de la Bourne, dans le département de la Drôme, presque complètement achevé aujourd'hui et qui doit arroser 7,000 hectares depuis Pont-en-Royans jusqu'à Montvendre ; — le canal dérivé de la Vésubie pour l'irrigation de la campagne de Nice, qui dominera une superficie arrosable de 5,300 hectares, et qui se développera, avec ses branches secondaires, sur une longueur de 73 kilomètres ; — le projet de canalisation de la Dordogne, dans la plaine de Bergerac, qui permettra de féconder aussi de vastes superficies, où l'eau est nécessaire pour accroître le rendement des récoltes ; — le canal d'irrigation de la Basse-Ariège qui doit arroser 3,000 hectares, surtout dans l'arrondissement de Pamiers ; — enfin plusieurs projets de canaux d'arrosage dans la Basse-Camargue.

Je ne dois pas omettre non plus le grand projet de desséchement des marais de Fos et de colmatage de la Crau. Vous savez que les marais de Fos s'étendent le long du canal de navigation d'Arles à Bouc, sur les deux arrondissements d'Arles et d'Aix. Ils couvrent une surface de 4,800 hectares dont la hauteur moyenne au-dessus du niveau de la basse mer ne dépasse pas 63 centimètres. C'est à l'aide d'un canal dérivé de la Durance que le desséchement sera opéré. Le canal de dérivation servira en même temps au colmatage de la Crau ; le périmètre qui pourra être ainsi acquis à la culture, dans cette vaste plaine aujourd'hui absolument stérile, est de 20,000 hectares environ. Ce projet qui a été élaboré depuis de longues années par M. Nadault de Buffon, pourra bientôt être exécuté.

Je n'ai pas encore parlé d'autres travaux d'irrigation qui ont un caractère absolument différent de ceux dont je viens de vous entretenir. Ils méritent néanmoins par leur importance de fixer l'attention. Il s'agit des irrigations très étendues qui se font dans le massif du centre, notamment dans le Limousin et en Auvergne. Ici on ne trouve plus ni grandes canalisations ni associations syndicales ; chaque propriétaire, chaque cultivateur opère individuellement pour ses propres besoins, en captant des sources, en détournant quelques ruisseaux, en faisant des réservoirs pour amasser les eaux pluviales qui descendent des terres hautes, quelquefois, plus rarement, en mettant une machine élévatoire sur le bord d'une rivière. L'intégrale de tous ces efforts particuliers ne laisse pas que d'être considérable, car on arrose ainsi au moins 150,000 hectares de prairies.

Dans les Vosges aussi, on fait des irrigations d'un système spécial qui consiste à employer des masses d'eau très considérables pour la création et l'entretien des prairies. Dans beaucoup d'autres localités, sans être méthodique, e mploi de l'eau pour l'agriculture est assez fréquent, beaucoup plus même

qu'on ne le pense. Aucune statistique complète et sérieuse n'a encore été faite à ce sujet. Le ministère des travaux publics a commencé, mais il n'a encore publié les détails que pour le département de l'Ariège qui compte 7,280 hectares régulièrement arrosés, et pour celui de la Haute-Garonne qui en compte 4,300.

Dans toute cette description, n'aurez-vous pas remarqué que je n'ai pas eu à parler de cet immense espace qui touche à la Méditerranée et qui est limité de deux côtés par les massifs des Pyrénées et des Alpes, et d'autre part par les montagnes du centre? Le bienfait des irrigations y est, pour ainsi dire, inconnu ; cependant un canal y a été tracé. Malheureusement, jusqu'à ce moment du moins, c'est un canal de navigation seulement, mais un canal sur lequel on navigue peu. Ce fut cependant une grande œuvre. Je veux parler du canal du Midi, appelé quelquefois canal des Deux-Mers. Sa longueur est de 210 kilomètres. Il commence à 2 kilomètres au-dessous de Toulouse se dirige au sud-est, entre dans le département de l'Aude, et se portant ensuite à l'est, débouche près de Marseillan, dans l'étang de Thau (Hérault). Ce canal a illustré Riquet qui l'a construit; deux statues ont été élevées à sa mémoire, l'une à Toulouse, l'autre à Marseillan. Sa mémoire sera bientôt bénie encore davantage par les populations rurales ; car on s'occupe de prendre les mesures nécessaires afin de soumettre à la submersion, avec ses eaux, 7,000 hectares de vignes qui seront ainsi soustraites à l'action destructive du phylloxéra (1).

Il n'en reste pas moins une immense lacune à combler, et l'on se demande vraiment comment il est possible que l'on n'ait pas plus tôt employé les eaux du Rhône à arroser les départements méditerranéens qui ne demandent que de l'eau pour présenter bientôt l'aspect des plus riches jardins du monde. Mais, il faut bien le dire, la faveur publique n'a pas été jusqu'à ce jour pour les grandes entreprises agricoles, et quand il s'est agi de créer des canaux, les capitalistes ont préféré apporter de l'argent pour la construction des canaux de navigation et de commerce que pour les canaux agricoles d'arrosage. Ces dernières affaires avaient en général assez mal réussi. Les choses vont maintenant changer.

En effet, la loi préparée par la commission supérieure de l'aménagement des eaux nommée par M. de Freycinet, prescrit que la garantie d'intérêts sera donnée par l'État en même temps que de larges subventions. On pourra, dès lors, traverser la première période d'exécution des canaux, pendant laquelle manquent les revenus, pour arriver, sans avoir fatigué l'attente, à la période des produits.

Or, les grands bénéfices des irrigations ne peuvent plus être mis en doute. La valeur des terres, du jour où un canal est exécuté, double, triple, quadruple, décuple même si ces terres sont dans la zone arrosable. De 1,000 à 1,500 francs l'hectare, cette valeur passe facilement à 4,000 et 5,000 francs, et même davantage. Les exemples qui démontrent ce fait sont nombreux. Tout le monde peut constater la vérité de mon affirmation, dans les zones arrosables

(1) Le projet de loi dont il s'agit ici, a été présenté par le gouvernement à la fin de l'année 1879, et il a été voté par le Sénat et la Chambre des députés.

des canaux de Carpentras, de Marseille, du Verdon, etc. Le revenu des terres cultivées à l'arrosage justifie d'ailleurs la plus-value que j'indique. Alors que, dans de très bonnes terres sans arrosage, on parvient à peine, pour la région du Midi tout au moins, à obtenir 2,000 kilog. de fourrages par hectare, au moyen de l'irrigation on atteint 8,000, 10,000 et même jusqu'à 15,000 kilog. de foin. Le nombre des coupes s'élève de deux à trois jusqu'à cinq ou six. J'ai vu vendre des récoltes de fourrage sur pied d'une année de 400 à 500 francs l'hectare, le propriétaire n'ayant eu à son compte que les frais d'irrigation et d'entretien de la prairie. Les résultats ne sont pas moins remarquables pour d'autres cultures. Ainsi, les céréales ne produisent dans quelques localités presque rien si on ne les arrose pas; dans tous les cas, l'irrigation, répétée seulement deux ou trois fois en un an, donne un excédent de rendement d'au moins trois ou quatre hectolitres de froment. Elle permet de faire des cultures dérobées; car, sans un arrosage, il serait absolument impossible d'exécuter un labour ou de faire une semaille après la moisson d'une céréale.

C'est aux irrigations que les communes de Cavaillon, de Chateaurenard, de Saint-Remy et tant d'autres doivent la prospérité de leurs cultures maraîchères, et aussi, pour quelques-unes, de leurs cultures florales. Dans plusieurs de ces communes, à Saint-Remy par exemple, on fait des graines de fleurs pour le monde entier. A Cadenet, la culture des pommes de terre, qui est la richesse du pays, ne peut se bien faire qu'avec l'irrigation ; les haricots pris en culture dérobée ne viendraient pas sans des arrosages. On n'a pas idée de la prospérité que peut répandre un canal d'irrigation, quand on n'a pas parcouru ces petites cultures de Provence où l'on voit des familles vivre dans une véritable aisance sur de petites propriétés de deux à trois hectares ou même moins. Permettez-moi de vous citer un fait, entre beaucoup d'autres.

M. Joseph Gay, dans la banlieue de Marseille, a commencé à cultiver, comme locataire, dès l'origine du canal, une petite surface, 120 ares seulement. Il avait à peine l'argent nécessaire pour acheter ses premiers outils de travail et payer l'établissement de ses rigoles d'irrigation. Il s'est mis à l'œuvre avec cet amour passionné que le paysan éprouve pour la terre. Après quinze ans, il avait assez économisé pour devenir propriétaire du jardin maraîcher qu'il avait créé. Il avait, en plus, élevé une famille de trois enfants qui sont devenus ses aides. La femme va trois fois par semaine porter au marché les produits de ses cultures : tomates, melons, haricots, légumes de tous genres, et puis des fleurs, des oignons de jacinthe, etc. Tout se vend bien parce que tout est produit pour l'heure voulue. Les bénéfices se sont multipliés. M. Joseph Gay a acheté et payé un matériel horticole considérable; il a un cheval. Enfin il vient d'acquérir au prix de 37,000 francs une propriété voisine. Voilà un exemple de ce qu'un homme peut faire, en moins de vingt ans, sur un peu plus d'un hectare, avec le seul secours de l'eau et grâce à un labeur incessant. Et ce n'est pas une exception, c'est par milliers que l'on compte les petites exploitations qui ont une aussi grande prospérité.

Dans tous les cas, il est un fait certain, c'est que l'on peut payer, pour la jouissance de l'eau, une rente qui rémunère largement le capital dépensé pour l'exécution des canaux. Ainsi, j'ai constaté un grand nombre de fois qu'une

taxe de 40 à 50 francs par hectare n'a rien d'exagéré. Sur le canal de Marseille la taxe est de 80 francs et, en outre, chaque arrosant nouveau paie 400 francs de première mise comme équivalent des frais d'établissement. Sur le canal de Carpentras, les fondateurs de l'œuvre ont dû payer 575 francs, et annuellement ils font un versement de 33 francs pour solder l'amortissement du capital et les frais d'entretien et de surveillance. Ils ne trouvent à cela aucune exagération.

Comment pourraient-ils reculer devant cette dépense, alors que l'irrigation transforme une propriété absolument infertile, produisant à peine quelques francs par hectare, en un domaine dont le revenu, pour la même surface, dépasse 150 ou 200 francs? Je fais passer sous vos yeux, afin de vous le faire apprécier, le plan du domaine de Mousquety, sur la commune de l'Isle, dans le département de Vaucluse, avant l'irrigation (fig. 93) et après l'arrosage avec les eaux de la rivière de la Sorgue et du canal de Carpentras (fig. 94).

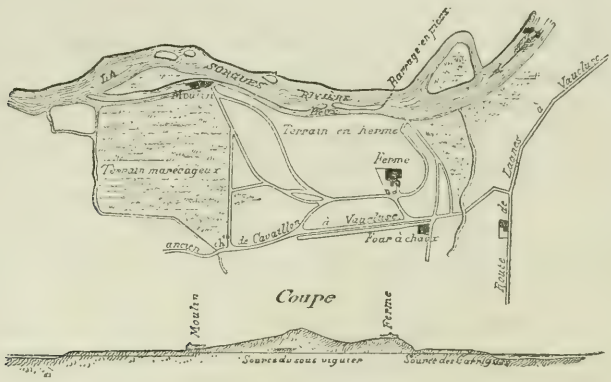


Fig. 93. — Etat ancien du domaine de Mousquety.

Il convient d'ajouter que, lorsqu'une partie des terres d'un domaine peut jouir de l'irrigation, la plus-value ne porte pas seulement sur la partie arrosable. Par une sorte de contact, les terres voisines augmentent ausi de valeur, et c'est facilement compris par tous ceux qui connaissent quelque chose à l'agriculture. Par cela seul qu'on peut avoir une certaine quantité de fourrage, élever du bétail, la fertilité de tout un ensemble de terres s'accroît, car tout se tient dans une exploitation rurale.

Ici, je touche à la question des engrais. Une erreur a régné trop longtemps en agriculture, c'est que l'irrigation suffisait à un pré. Les agriculteurs méridionaux n'ont pas tardé à reconnaître combien cela était inexact; ils ont fini par professer que les arrosages enlevaient la fertilité du sol, car ils s'étaient aperçu que, au bout de quelques années, le rendement des terres irriguées diminuait. Ils en sont arrivés à admettre aujourd'hui que, pour les prés comme pour les autres récoltes, il faut beaucoup d'engrais, si l'on veut obtenir de grands rendements. Un cultivateur des environs de Marseille répondait dernièrement à cette question que je lui adressais : « Avez-vous fumé cette luzerne ? (Elle était splendide.) — Est-ce que vous croyez qu'on a de bons ouvriers, en les nourrissant avec des épinards ? »

Dans cette démonstration des résultats que donne en agriculture l'emploi judicieux de l'eau, je n'ai pas encore parlé de la vigne. Je réservais cette question pour vous l'exposer avec les détails qu'elle comporte.

Depuis longtemps, on donnait dans les vignobles du Midi, quelques arrosages, surtout pour les jeunes plantations, ou bien afin de pouvoir exécuter quelques travaux de culture. Depuis la terrible invasion du phylloxéra, l'emploi de l'eau dans les vignes a pris une bien autre importance. Vous savez les désastres que le funeste insecte a causés et ceux dont il menace les vignobles non encore atteints. Vous le connaissez, et si je le fais passer sous vos yeux dans ses différents états, depuis l'œuf jusqu'à l'insecte ailé, en insistant sur son état aptère, afin de vous montrer comment il exerce sa succion fatale, c'est surtout pour indiquer, en passant, son énorme fécondité. J'ai calculé que, en une seule année, les générations successives de mille phylloxeras

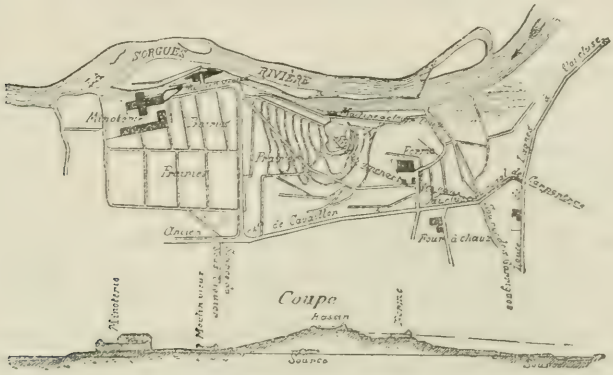


Fig. 94. — Domaine de Mousquety transformé par l'irrigation.

seulement peuvent couvrir complètement un hectare. Or, c'est par millions que, au bout de deux ou trois ans, ils se rencontrent dans une vigne. Nos tendres cépages nationaux ont un bois qui ne peut résister à l'insecte, tandis que, comme M. Foex l'a démontré par des recherches patientes et bien dirigées, certains cépages américains ont un bois qu'il ne peut entamer que superficiellement. Ces recherches ont étépours uivies à l'école d'agriculture de Montpellier, qui, sous l'habile direction de M. Saint-Pierre, est devenue, dans le Midi, le centre des études sur le phylloxéra. La destruction de celui-ci est extrêmement difficile, parce qu'il faut que l'insecticide pénètre dans toutes les parties du sol où la vigne est plantée ; en outre, le petit animal a la vie des plus résistantes.

Après des expériences ingénieuses faites sur une petite échelle, M. Faucon, dont le domaine est situé au mas de Fabre, à Graveson, a reconnu qu'après quarante à quarante-cinq jours de submersion sous l'eau, l'insecte et ses œufs étaient complètement détruits. Sa vigne, composée de 23 hectares, avait à peu près disparu. Elle est à quelques kilomètres du canal des Alpines. Il obtint de M. Rhôné, président du Conseil d'administration de la Compagnie française d'irrigation, de faire une dérivation afin d'amener, au mois d'octobre,

sur sa propriété, assez d'eau pour couvrir toute sa vigne préalablement disposée en compartiments susceptibles de conserver une couche aqueusesur une épaisseur de 25 à 30 centimètres pendant quarante-cinq jours. Il égoutte complètement sa terre après ce séjour de l'eau. Le résultat a comblé ses espérances. Sans doute, il a toujours le phylloxera, soit que quelques œufs échappent à la submersion, soient que les insectes reviennent chaque année du voisinage. Mais ses vendanges sont désormais assurées; elles sont même annuellement plus belles qu'avant l'invasion phylloxérique. En voici le tableau :

Années		Production en hectolit. de vin.
1867	Avant l'invasion du phylloxéra.	925
1868	Première année de l'invasion (vignes fumées, non submergées)	40
1869	Deuxième année de l'invasion (vignes fumées non submergées)	35
1870	Première année de la submersion (sans engrais) . . .	120
1871	Deuxième — — . . .	450
1872	Troisième — (avec engrais) . . .	849
1873	Quatrième — — . . .	736
1874	Cinquième — — . . .	1.175
1875	Sixième — — . . .	2.480
1876	Septième — — . . .	507 (1)
1877	Huitième — — . . .	2.235
1878	Neuvième — — . . .	1.155 (2)

Ce tableau n'a pas besoin de commentaires. D'ailleurs, les résultats au point de vue financier sont aussi beaux qu'au point de vue matériel, car la dépense pour l'établissement et l'entretien des bourrelets nécessaires à la submersion ne dépasse pas annuellement 50 francs par hectare. Quant aux frais de premier établissement, ils ne se sont élevés qu'à 143 francs. Il faut, il est vrai, compter encore une dépense de 235 francs par hectare pour les engrais. Mais M. Faucon n'a pas vendu son vin moins de 30 francs l'hectolitre, et les récoltes ont varié de 50 à plus de 100 hectolitres, soit de 1,500 à plus de 3,000 francs de produit brut par hectare. Il y a de quoi payer tous les frais et faire, en outre, de très beaux bénéfices. — Voici, d'ailleurs, le détail des frais :

PRIX DE REVIENT DE LA SUBMERSION

Premiers frais d'établissement: prise d'eau au canal des Alpines, canal d'amenée, rigoles de distribution ; bourrelets; martelières; vannes : ensemble 3,000 francs, soit pour dépense annuelle à raison de 5 francs du capital engagé . . . . . Fr. 150 »

Abonnement au canal des Alpines à raison de 25 francs par hectare (la Compagnie du canal, qui faisait payer 35 francs, a consenti une diminution de 10 francs en faveur des vignes submergées) : pour 21 hectares . . . . . 525 »

A reporter. . . . . Fr. 675 »

(1) Vignes gelées le 14 avril 1876.
(2) Vignes gelées le 28 mars 1878.

Report . . . . . Fr.	675 »
Préparation et conduite de l'opération de la submersion proprement dite : un homme pendant quarante-cinq jours à 3 fr. 50 c. .	157.50
Un jeune garçon pour aide : quarante-cinq jours à 2 francs . . .	90 »
Arrosage d'été ; quinze jours à 3 fr. 50 c.	52.50
Réparation des bourrelets avant l'époque de l'opération d'hiver et leur tenue en bon état pendant le courant de l'année : quinze jours à 3 francs.	45 »
Frais imprévus	30 »
Total pour 21 hectares. . . . . Fr.	1.050 »

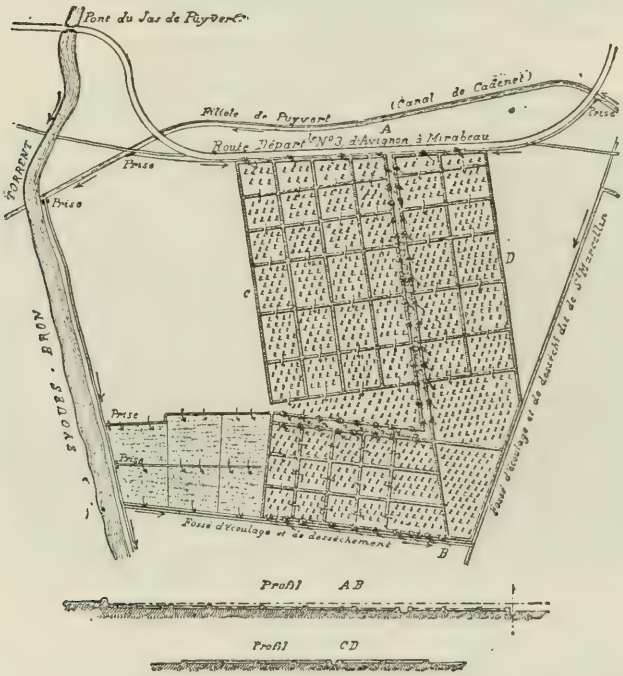


Fig. 95. — Vignoble du Jas-de-Puyvert, soumis à la submersion.

M. Faucon a des imitateurs de plus en plus nombreux. Il a rendu un immense service. Le produit de la submersion donne dès maintenant, chaque année, du vin pour plusieurs millions de francs. Son auteur a certainement droit à ce que son portrait que je fais apparaître sur le tableau soit salué par vos acclamations.

Afin de montrer comment doivent être disposés les vignobles pour la submersion. je fais passer sous vos yeux la projection des vignes de deux imitateurs de M. Faucon.

Le premier plan (fig.95) est celui du Jas-de-Puyvert, dans la commune de Puyvert, département de Vaucluse, qui appartient à M. de Savornin. Vous voyez comment la vigne est disposée en échiquier ; elle compte 36,000 pieds.

Elle a été soumise à la submersion automnale depuis le mois d'octobre 1874, avec un succès complet.

Le deuxième plan (fig. 96) représente le mas de Roy. Il appartient à M. Espitalier, et est situé en pleine Camargue, sur les bords du Rhône. La vigne y couvre 100 hectares; pour la submerger, M. Espitalier a recours aux eaux du fleuve qu'il élève directement par un ingénieux système sur lequel je reviendrai tout à l'heure. Ce vignoble est magnifique; il donne des milliers d'hectolitres de vin qui sont la juste compensatisn du labeur de son propriétaire.

Vous pouvez d'ailleurs voir d'autres exemples de submersion non loin de

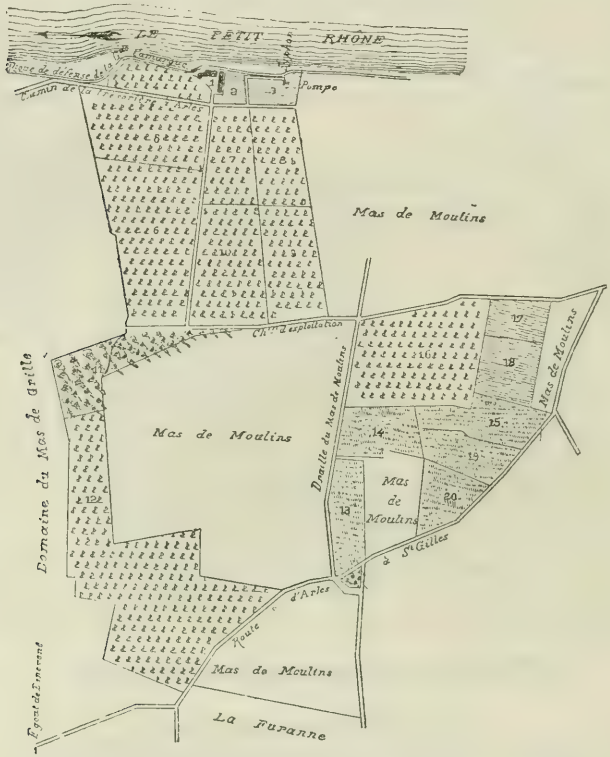


Fig. 96. — Vignoble du mas de Roy, soumis à la submersion.

cette ville. Je vous citerai d'abord celle de M. Gaston Bazille. C'est en 1873 qu'il a commencé à soumettre à ce traitement 8 à 9 hectares de vignes; 9 autres hectares ont été ajoutés en 1877. C'est avec les eaux du Lez qu'il submerge ses vignes. La récolte qui, en 1873, après l'invasion du phylloxéra, était descendue à 322 hectolitres, est remontée immédiatement à 1,094 hectolitres dès 1874, pour être de 588 hectolitres en 1876, malgré la funeste gelée du 16 avril, si fatale aux vignes du Midi, de 728 hectolitres en 1877, et de 700 hectolitres en 1878, malgré l'anthracnose qui avait atteint le vignoble. En 1875, une crue du Lez anéantit toute la récolte.

Non loin de Saint-Sauveur, M. Teisserenc a appliqué avec un égal succès

la submersion à son vignoble de Lattes sur une étendue de 40 hectares. Comme M. Gaston Bazille, il utilise les eaux du Lez.

Bien d'autres exemples pourraient encore être développés. Mais je m'arrête pour examiner quelques objections qui ont été soulevées contre la submersion.

Dans plus d'une expérience on a échoué. Il en est résulté du découragement, car il arrive malheureusement qu'un seul échec fait plus de mal au progrès agricole qu'un grand nombre de réussites ne font de bien. Mais chaque fois que j'ai pu examiner de près les circonstances au milieu desquelles se trouvaient les opérations de submersion qu'on me disait avoir manqué, j'ai trouvé que quelques-unes des conditions essentielles pour le succès avaient fait défaut. Ainsi, dans telle localité, on opérait sur un sous-sol trop perméable, de telle sorte que l'eau ne pouvait pas tenir, et que, par conséquent, jamais

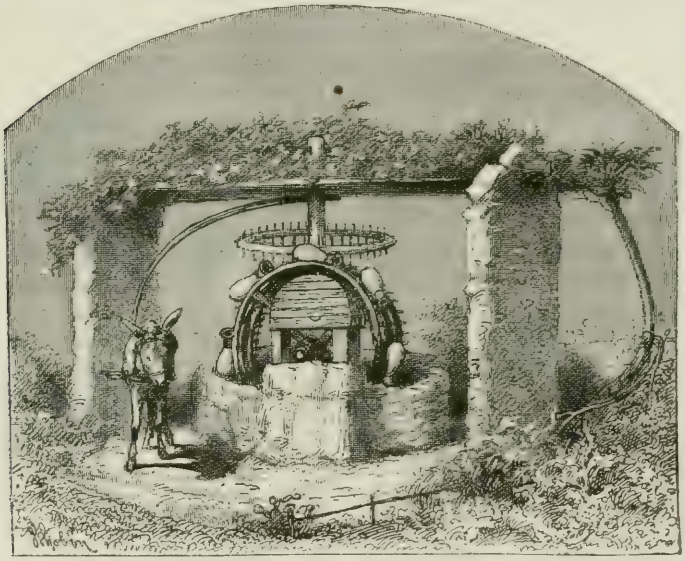


Fig. 97. — Noria antique.

n compartiment n'avait été plein. Ailleurs, la submersion avait été inégale, dans quelques parties très bien faite, mais dans d'autres tout à fait incomplète, et limitée par exemple à une dizaine de jours, au lieu de quarante à cinquante. Ailleurs encore, des ceps de vignes étaient, en grand nombre, plantés sur les bourrelets de séparation des compartiments, et par conséquent ne pouvaient pas être submergés, de telle sorte que l'on avait créé des refuges pour l'insecte dévastateur. Il n'y a pas d'exemple où, toutes les règles de la bonne submersion ayant été observées, et lorsqu'elle était exécutée en terrain convenable, l'on n'ait pas eu des récoltes qui ont toujours couvert les frais de l'opération, lors même qu'on devait avoir recours à des machines pour amener l'eau nécessaire.

De tout temps, on a eu recours à des moyens mécaniques pour l'arrosage des terres. Sans doute, il est plus commode et plus économique de n'avoir

qu'à lever une vanne pour obtenir tout de suite en abondance toute la quantité d'eau nécessaire. Mais lorsqu'un terrain se trouve plus élevé que le canal, aut-il renoncer à l'irriguer ? Des expériences séculaires répondent négativement. Le long du Nil, de temps immémorial, les fellahs élèvent l'eau avec des seaux ou des pelles.

Je fais passer sous vos yeux le dessin de l'antique noria (fig. 97), telle qu'on la trouve encore établie en Afrique, en Espagne, en Italie, et parfois même en Provence. Elle a été perfectionnée, et dans les bonnes cultures maraîchères des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse, dont je vous ai parlé, on trouve l'excellente noria Bonnaud que je vous montre à son tour (fig. 98).

Ailleurs on emploie des vis d'Archimède, des roues à tympan, mues par des roues hydrauliques telles que la roue Poncelet, et enfin la machine à

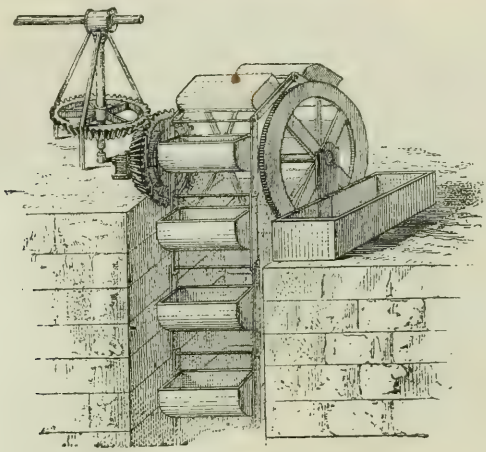


Fig. 98. — Noria Bonnaud.

vapeur comme moteur des excellentes pompes centrifuges de Dumont ou de Gwynn. Voici la vue d'une installation de pompe centrifuge adaptée à la submersion des vignes (fig. 99). C'est une balance à établir entre les dépenses et les recettes : quel est le prix de l'élévation du litre d'eau par seconde à une hauteur de 1 mètre, 2 mètres, 3 mètres, et combien faut-il de litres ?

L'expérience a appris qu'on satisfait en moyenne à tous les besoins de l'irrigation par cette formule théorique, qu'il faut donner, dans le Midi, un litre d'eau par hectare et par seconde, depuis le 1er avril jusqu'au 30 septembre, soit en totalité 15,811 mètres cubes. Mais on ne déverse pas l'eau d'une manière continue. On donne cette quantité totale pour les prairies, dans certaines localités, par exemple le long du canal de Marseille, en quarante-trois fois, en faisant écouler le volume correspondant en six heures, soit 17 litres pendant chacune des secondes de ces six heures. D'autres règlements d'eau donnent vingt-deux arrosages, d'autres quinze, d'autres sept seulement, pendant la saison, en arrosant chaque fois pendant douze heures, dix-huit heures, vingt-quatre heures. — Pour certaines plantes, pa

exemple, quelques cultures maraîchères, il faudra deux ou trois litres par

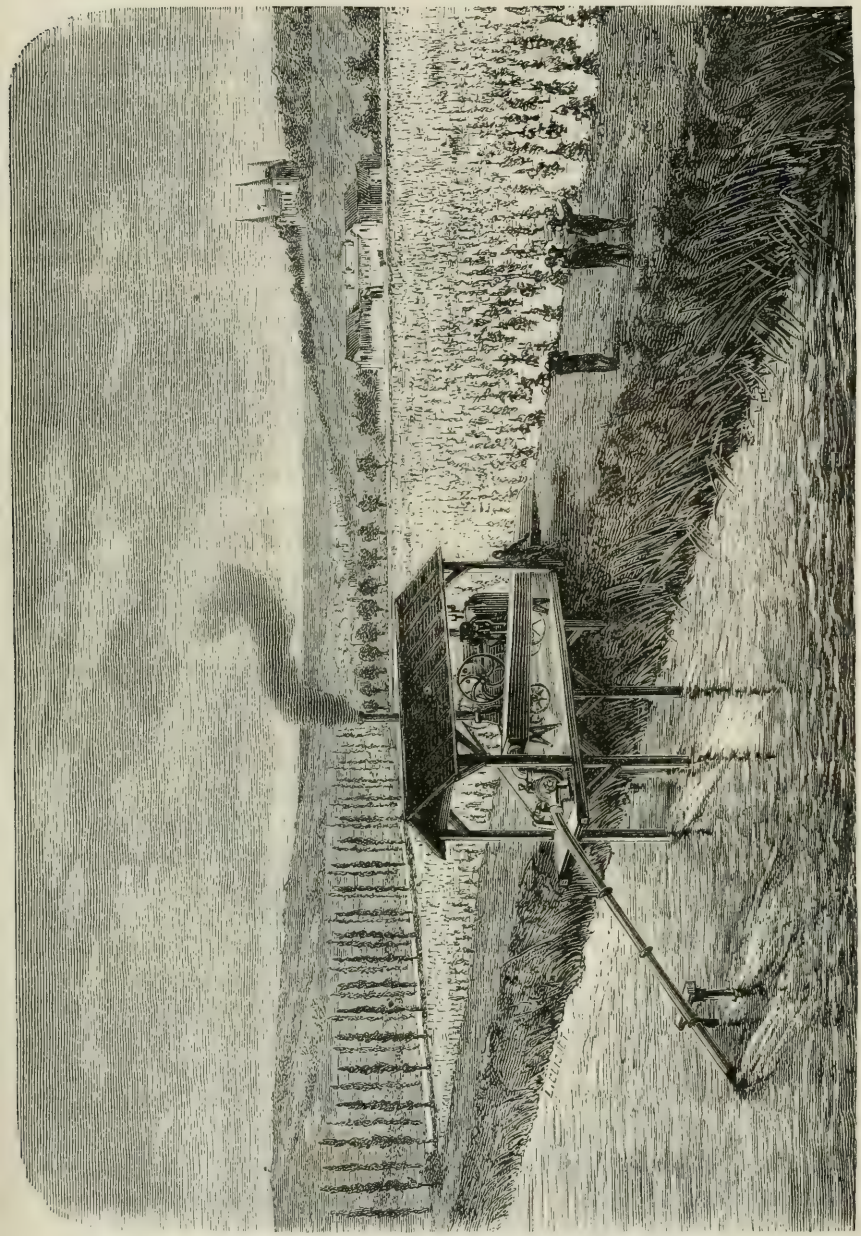


Fig. 99. — Pompe centrifuge installée pour la submersion des vignes.

seconde. Bref, il est facile de connaître la quantité d'eau nécessaire à chaque tour d'irrigation, selon la fréquence des tours. Il y a souvent abus, négligence; on déverse plus d'eau qu'il est nécessaire. Dans certains syndicats, on voit l'eau se perdre sur les routes. Avec une meilleure réglementation, on

pourrait diminuer la dépense et étendre les arrosages. Nous avons vu des irrigateurs habiles qui connaissent le prix de l'eau et qui n'en perdent pas une goutte. Quand, par exemple, l'eau est arrivée aux quatre cinquièmes d'une planche, ils ferment la vanne d'amenée pour que la cinquième restant s'arrose par simple imbibition et serve en quelque sorte de colature. Comme l'a fait remarquer avec raison M. l'ingénieur en chef Bouvier, qui a toute la surveillance des nombreux canaux de Vaucluse, lorsque partout, au lieu de faire payer l'eau par surface arrosée, sans s'occuper de la quantité, on la vendra aux arrosants d'après le volume qu'ils auront employé, on est sûr que bientôt ils la ménageront, en gens qui savent compter.

Pour la submersion des vignobles, on peut aussi connaître, en se basant sur l'expérience de M. Faucon, la quantité d'eau qu'on devra dépenser. Tout d'abord, il faut savoir qu'il est nécessaire d'amener, soit en vingt-quatre heures, soit en quarante-huit heures, toute l'eau nécessaire pour couvrir le sol, et qu'ensuite on devra pourvoir aux pertes provenant soit de l'évaporation, soit de la filtration à travers le sous-sol. En donnant 20 litres par seconde, par hectare, on aura, en vingt-quatre heures, 1,728 mètres cubes, ou une hauteur de 0^m 1,728. La moitié sera absorbée par le sol, l'autre moitié, soit 0^m 0,864, surnagera. En donnant seulement 30 litres par seconde, deux jours seraient nécessaires pour faire le même travail. A l'automne, il faut un demi-litre par seconde pour remplacer les pertes par filtration et par évaporation. Dans ces conditions, si la submersion dure trente jours, elle réclamera 2,981 mètres cubes ; si elle dure quarante-cinq jours, elle exigera 3,586 mètres cubes d'eau. Il est bien entendu que ce chiffre pourra varier avec la nature du terrain, et qu'il sera plus considérable si l'on veut entretenir une nappe d'eau plus épaisse.

Quoi qu'il en soit, il est certain que c'est une bonne affaire que d'employer les machines à vapeur pour la submersion des vignes. Je citerai pour premier exemple l'opération faite à l'Armeillère sur les bords du Rhône, par M. Reich. Vous pouvez aller y voir 25 hectares de vignes submergées en plein rapport; 8 hectares sont de cinq ans, les autres de trois et quatre ans. Sur les premiers, le rendement a été, l'an dernier, de 100 hectolitres à l'hectare. Or, voici, d'après M. Reich, la dépense faite :

Matériel : capital, 12,500 francs (intérêt 5 0/0)	Fr.	625 »
Amortissement 10 0/0.		1.250 »
Total pour 80 hectares. . .	Fr.	1.875 »
Par hectare.	Fr.	23.35
Charbon, 400 kilog. à 30 francs la tonne.		12 »
Chauffeur (2 journées).		8 »
Deux eygadiers à 3 fr. 50 c.		7 »
Frais imprévus (rupture des digues).		5 »
Entretien des écoulages.		4 »
Frais par hectare.	Fr.	59.35

Le département de la Gironde présente de très belles applications de la submersion des vignes. Quoique le Blayais et le Médoc soient atteints par le phylloxéra, les eaux de la Gironde n'ont pas encore été utilisées dans ce but; mais celles de la Garonne et de la Dordogne ont été mises à profit par un grand nombre de viticulteurs. Des syndicats spéciaux ont été constitués, afin d'organiser en commun les travaux de défense des vignes et de supporter ensemble les frais généraux d'achat ou de location des machines élévatoires, de mise en œuvre pour leur fonctionnement. Parmi les domaines où l'on trouvera surtout des exemples à imiter, je dois citer, d'après les renseignements donnés par M. le docteur Micé, président de la Société d'agriculture de la Gironde, ceux de MM. Chenu-Lafitte, Eymon, Paul Princeteau, F. Lacroix, de Séguin et Piola. Toutes les demandes relatives à l'inondation des vignes par les eaux des deux grandes rivières et du fleuve, sont d'ailleurs accueillies avec empressement par l'administration. Plus de deux cents installations de la submersion ont été faites dans le département depuis quatre ans. En même temps, on emploie les eaux pour le colmatage; je citerai, à cet égard, l'opération faite au château Lafitte, sur la commune de Pauillac, sur l'initia-

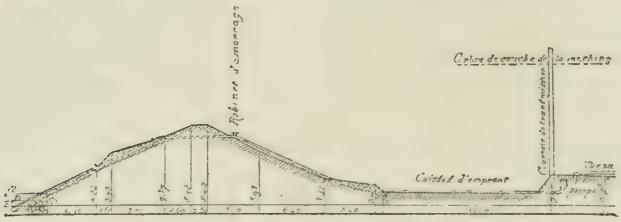


Fig. 100. — Siphon du mas de Roy.

tive de M. de Rothschild, qui veut faire disparaître un marais existant au bas du côteau renommé.

La Provence présente quelques applications très heureuses de la submersion. Je rappellerai M. Espitalier, dont je vous parlais tout à l'heure. Son vignoble est situé sur le bord du Rhône, de l'autre côté de la digue qui longe le fleuve. Il avait demandé l'autorisation de faire une percée dans la digue pour amener l'eau sur ses terres. Grâce aux lenteurs administratives, cette autorisation n'était pas arrivée en temps utile. Que fit M. Espitalier ? Il eut l'ingénieuse idée de profiter de ce que le niveau de ses vignes est plus bas que l'étiage du fleuve, pour y amener l'eau à l'aide d'un siphon passant par-dessus la digue. Voici l'image de cette installation (fig. 100). Une machine à vapeur et une pompe rotative sont employées pour amorcer le siphon. M. Espitalier obtient ainsi l'eau nécessaire pour submerger ses 100 hectares de vignes, de la manière la plus naturelle et avec une dépense relativement très faible.

Il est donc bien acquis que, par la création d'un canal, on peut produire des merveilles agricoles dans une contrée aride, et que les produits des irrigations ou de la submersion peuvent largement payer les frais de l'entreprise, pourvu que les fondateurs aient le temps d'attendre que le cultivateur soit en

état de donner une rente variant de 30 à 100 francs par hectare ou par litre d'eau par seconde pour les six mois de la saison d'arrosage. En outre, on peut obtenir une rente spéciale pour quarante jours de submersion, et aujourd'hui il est des administrateurs de canaux qui n'hésitent pas à demander 100 francs par hectare de vigne submergé. Les viticulteurs réclament naturellement pour que l'eau leur soit livrée à meilleur marché ; mais l'avantage est tellement grand que, s'ils ne peuvent pas faire autrement, ils se résignent à payer.

Cette démonstration faite, je n'ai plus besoin d'insister sur l'importance d'un canal qui utiliserait enfin l'eau du Rhône pour porter la fertilité dans les départements méditerranéens. La conviction est complète dans tous les esprits ; les efforts que fait depuis tant d'années M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Aristide Dumont pour mener à bien l'entreprise qu'il a conçue, vont,

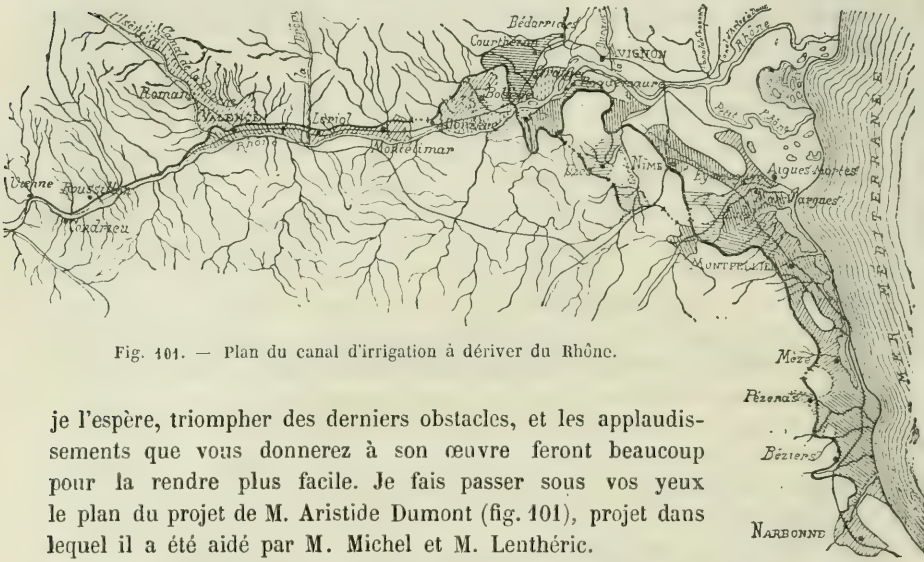


Fig. 101. — Plan du canal d'irrigation à dériver du Rhône.

je l'espère, triompher des derniers obstacles, et les applaudissements que vous donnerez à son œuvre feront beaucoup pour la rendre plus facile. Je fais passer sous vos yeux le plan du projet de M. Aristide Dumont (fig. 101), projet dans lequel il a été aidé par M. Michel et M. Lenthéric.

Entre tous nos fleuves, le Rhône est peut-être celui qui se prête le mieux à la pratique de la grande irrigation, et cela par deux raisons principales :

La première, c'est que, comme tous les fleuves d'Italie, le Rhône a toujours un volume abondant pendant l'époque des irrigations du 15 avril au 15 octobre. Cela tient à ce qu'il est alimenté par la fonte des neiges et des glaciers des Alpes. Il résulte d'un relevé des hauteurs du Rhône constatées à l'échelle de Valence pendant vingt-six années que le fleuve ne descend presque jamais dans la période estivale à plus de $0^{m},50$ au-dessous de l'étiage. Il se tient presque toujours entre $1^{m},50$ et 1 mètre au-dessus de cet étiage et roule, à la prise d'eau du canal, un volume qui varie de 400 à 600 mètres par seconde.

La seconde raison, c'est que la pente moyenne du Rhône est très forte.

Le projet de canal d'irrigation du Rhône a été conçu par son auteur de manière à utiliser, au profit de la vallée tout entière, ces deux conditions.

Les dispositions techniques qu'il a adoptées à cet égard peuvent se résumer de la manière suivante :

Le canal d'irrigation du Rhône prendrait son origine un peu au-dessus des Roches de Condrieu, sur la rive gauche du fleuve, à la cote 141m,38 (plafond du canal), au-dessus du niveau de la mer, et il se terminerait dans la banlieue de Montpellier, à la cote 61m,33 au-dessus du même niveau.

Son développement total entre ces deux points serait de 327,850 mètres par le tracé d'Uzès ou de 369,400 mètres par la variante de Nîmes, et la pente totale de 80m,05, soit 0m,24 environ par kilomètre.

Il sera continué jusqu'à Béziers par une rigole spéciale, prenant naissance à l'extrémité du canal principal, dans la banlieue de Montpellier, à la traversée de la route de Mende, et se terminant dans la banlieue de Béziers.

La longueur de la rigole de Béziers est de 80,600 mètres ; sa cote d'arrivée à Béziers de 31m,68, et sa pente moyenne générale par kilomètre de 0m,30.

De Condrieu à Mornas, sur un développement de 194 kilomètres, le canal arrosera le flanc gauche de la vallée du Rhône et passera par ou près les villes de Saint-Vallier, Tain, Valence, Montélimar, Saint-Paul-Trois-Châteaux, Orange.

A Mornas, le canal franchirait, à l'aide d'un pont-siphon, la vallée du Rhône et déboucherait sur la rive droite, à la cote 94m,25.

Après le pont-siphon de Mornas, le canal passe par ou près les villes de Bagnols, Uzès, Nîmes, Sommières, au-dessus de Lunel, de Castries, et arrive enfin à Montpellier.

La ville de Nîmes pourra être desservie soit par une rigole spéciale qui serait détachée du canal principal, soit à l'aide d'une variante du tracé qui prendrait naissance à Tresques, traverserait le Gardon, près du pont de Gard, passerait derrière la ville de Nîmes, et rejoindrait l'ancien tracé dans la commune de Fontanès.

La carte générale indique ces deux tracés. Les études définitives décideront en ce qui concerne le parti le plus rationnel à adopter.

La rigole de Béziers, prenant naissance à l'extrémité du canal principal, passera par ou près Pignan, Cournonterral, Pousson, au-dessous des vignes de Montagnac et de Pézenas, traversera l'Hérault, à la hauteur de Castelnau-de-Guers, et viendra déboucher dans la banlieue de Béziers, en passant au-dessus de Nezignan, au-dessous de Valros, de Montblanc et de Cers.

J'ai dit que la longueur du tracé du canal principal, entre la prise d'eau et Montpellier, doit être de 327,850 mètres. Si l'on adopte le tracé par Nîmes, cette longueur serait de 369,400 mètres, soit une augmentation de 41,550 mètres. Cette augmentation serait compensée en partie par une diminution considérable dans la longueur des tunnels et par l'avantage de permettre l'irrigation directe des surfaces comprises dans les syndicats de Nîmes et de la Vaunage.

Dans le tracé par Uzès, la longueur totale de 327,850 mètres comprend :

Parties à ciel ouvert, sur une longueur de	285,328 mètres.
11 souterrains d'une longueur totale de	30,027 —
48 arcatures	11,527 —

Dans la variante de Nîmes, entre la prise d'eau et Montpellier, la longueur

des tunnels se trouve réduite à 20,010 mètres et, par compensation, la longueur des arcatures est portée à 15,890 mètres.

Ces deux tracés offrent d'ailleurs peu de différence dans l'estimation des dépenses, l'augmentation de longueur étant compensée par la suppression de trois longs tunnels et d'une rigole importante.

Le canal d'irrigation du Rhône pourrait être, d'après M. Dumont, exécuté dans l'espace de quatre années. Si, comme tout le fait présumer, des crédits suffisants pour la prompte activation des travaux d'amélioration du Rhône sont enfin accordés, aucun obstacle ne s'opposera à l'achèvement de l'œuvre agricole.

Les deux entreprises pourront donc marcher parallèlement, et les vannes du canal ne seront ouvertes que lorsque les mauvais passages du fleuve pour la navigation seront améliorés.

La dérivation projetée présente l'avantage, par sa hauteur, d'atteindre sur les deux flancs de la vallée *des terrains aujourd'hui de médiocre valeur*, et qui seront entièrement transformés, tandis que les dérivations partielles ou riveraines du Rhône ne peuvent avoir qu'une bien moins grande utilité. M. l'inspecteur général Périer, rapporteur du projet au Conseil général des Ponts et Chaussées, n'a pas estimé à moins de 8 millions l'accroissement de revenu annuel que procurerait l'irrigation des terres, et à 40 millions le revenu actuel et annuel des vignes que le canal pourrait sauver par la submersion.

L'exécution du canal permettant de créer une surface arrosée de 50,000 hectares, pourrait donner naissance à une production de 500,000 tonnes de foin par an, pouvant nourrir 100,000 têtes de gros bétail. Cette production animale enrichirait dans des proportions énormes l'agriculture des départements intéressés.

Les forces motrices auxquelles le canal pourra donner naissance sur son parcours sont considérables et pourront se louer avantageusement. Ces forces s'élèvent à 4,340 chevaux-vapeur environ.

Après leur chute, ces volumes d'eau seront utilisés pour les irrigations des plaines inférieures.

Les irrigations ou submersions, créées par le canal d'irrigation du Rhône, pourront s'étendre sur le territoire des départements de la Drôme, du Vaucluse, du Gard, de l'Hérault. Rien ne s'opposerait à ce que ses bienfaits pussent être répandus sur les plaines situées dans le département de l'Aude, entre Béziers et Narbonne. Vers son origine, il pourrait aussi atteindre utilement une partie du département de l'Isère, au moyen de combinaisons qui sont à l'étude.

On propose de dériver à Condrieu 35 mètres cubes seulement à partir d'une hauteur de $0^m,50$ au-dessus de l'étiage ; sauf à augmenter ce débit d'année en année, au fur et à mesure que les travaux du Rhône seront perfectionnés et que s'étendront les zones d'irrigation. Ce n'est probablement pas avant quelques années que le maximum de la dérivation s'élèverait à 60 mètres cubes ; lorsque ce chiffre sera atteint, il y aura bien longtemps que les travaux de perfectionnement du lit du Rhône seront terminés.

Il n'y a rien d'exagéré à demander la dérivation d'un volume de 35 mètres cubes dans un fleuve qui débite au minimum, à la prise d'eau, un volume

de 388 mètres cubes d'eau par seconde, qui ne demeure à cet état que quatre jours en moyenne, et qui ordinairement, atteint près de 1 mètre au-dessus de l'étiage. *A cette hauteur, le Rhône débite, à la prise d'eau du canal, près de 600 mètres cubes par seconde.*

Le canal du Rhône est destiné à fournir : 1° l'eau nécessaire à l'irrigation des terres ou eau discontinue ; 2° l'eau destinée à l'alimentation des centres de population ou eau continue ; 3° enfin l'eau qui servira à la création des forces motrices.

Les eaux discontinues seront distribuées *pour les irrigations,* par arrosages périodiques, du 1er avril au 1er octobre de chaque année, à raison d'un litre par seconde et par hectare ; pour la submersion des vignes, du 1er octobre au 1er avril, à raison de 6,000 mètres cubes à l'hectare, pendant une période de trente-cinq jours.

Les actes d'engagements sont faits pour cinquante ans ; ils sont conditionnels à l'exécution du canal, en n'engageant le souscripteur qu'à payer le volume d'eau qui lui sera livré à la limite de sa propriété, aux conditions stipulées.

La taxe due est de 50 francs par hectare et par an pour les 25,000 premiers hectares abonnés. Elle sera augmentée de 30 francs pour les 20,000 derniers hectares abonnés ; les souscripteurs auront en outre à payer pour la construction première des canaux de distribution, une somme fixe, calculée à raison de 200 francs par hectare souscrit. Cette dernière taxe sera payée à la volonté du souscripteur, soit en cinq termes égaux, soit convertie en une annuité de 13 fr. 50 c., portant à 63 fr. 50 c. le prix de l'hectare souscrit.

Chaque propriétaire sera dégagé des obligations qu'il a contractées, si la loi de concession n'a pas été rendue.

Les redevances pour *eaux continues* destinées aux jardins, jets d'eau et autres usages d'agrément, seront calculées à raison de 50 francs par demi-module (le module représente un décilitre d'eau par seconde coulant d'une manière continue), et en conformité avec les prix déjà adoptés sur les canaux de Saint-Martory et du Verdon.

Comme pour les eaux discontinues, les souscripteurs auront à payer, outre les taxes ci-dessus, pour la construction première des canaux de distribution, soit une somme fixe, soit une annuité.

La force de cheval dans les chutes d'eau sera représentée par un volume de cent litres d'eau par seconde tombant d'une hauteur de 1 mètre.

La redevance annuelle par chaque force de cheval sera de 200 francs pour les chutes situées sur le canal ou ses dérivations.

Les chutes d'eau ne pourront être concédées pour moins de cinq années.

Les conditions qui précèdent ont été formulées sur les actes d'engagement soumis en ce moment sur toute la ligne du canal à la signature des propriétaires.

Elles ont été acceptées par les syndicats créés par les soins des préfets, conformément aux instructions ministérielles qui ont suivi l'approbation de l'avis du Conseil général des Ponts et Chaussées.

Pendant que se complète l'instruction de cette entreprise par les pouvoirs publics, les souscriptions conditionnelles de la part des propriétaires intéres-

sés sont poursuivies avec la plus grande activité depuis plusieurs mois dans les départements de la Drôme, de Vaucluse, du Gard, de l'Hérault.

Les populations ont répondu à l'appel d'une manière très favorable, car le nombre des souscripteurs dépasse aujourd'hui 13,000, et si l'on ajoute au montant des souscriptions déjà recueillies pour ventes d'eau la valeur des forces motrices qui seront créées, on arrive à une annuité de plus de 2 millions déjà acquise au canal. Il est donc probable que le chiffre de 3 millions, exigé par l'administration, sera rapidement atteint.

Il s'est produit là un fait d'une très grande importance pour notre agriculture et jusqu'ici sans exemple. Voici plus de 13,000 propriétaires répartis sur la surface de quatre départements, qui se sont entendus pour s'associer dans une même pensée et dans un même but. Voici des classes agricoles si intéressantes et si vivement éprouvées par les désastres de ces dernières années, qui, loin de se décourager, réagissent avec énergie contre la mauvaise fortune, qui viennent assurer à l'œuvre du canal d'irrigation du Rhône leur concours pécuniaire, qui n'hésitent pas à s'engager pour une période de cinquante ans, en promettant à cette œuvre d'intérêt national la rente d'un capital de 100 millions de francs.

Il y a là, pour les pouvoirs publics, un grand enseignement et une grande raison pour ne pas marchander à ces classes agricoles qui ne s'abandonnent pas le juste appui du gouvernement.

Depuis vingt ans, l'appui de l'Etat a été généreusement accordé à toutes les entreprises de chemins de fer ; aujourd'hui que nos grandes lignes sont achevées, le moment est venu d'entrer *résolument dans la voie des grands travaux publics agricoles qui seuls peuvent réparer nos désastres* et accorder à nos chemins de fer et à nos canaux un trafic rémunérateur.

Comment serait-il possible de refuser la déclaration d'utilité publique à un canal qui doit transformer si heureusement notre agriculture méridionale alors qu'on l'accorde aux chemins de fer.

Mais ce n'est pas une simple déclaration d'utilité publique qu'il faut au canal d'irrigation du Rhône, *il faut une exécution immédiate, car notre agriculture méridionale est à bout de forces et de patience.*

Il est surabondamment démontré par ce que je viens de vous dire que l'exécution du canal d'irrigation du Rhône peut se concilier avec la navigation, qu'il répond à un besoin urgent et immense, que les populations sont décidées à faire dans ce but tous les sacrifices nécessaires ; il n'y aurait aucune raison pour de nouveaux délais que rien ne saurait justifier.

Il convient d'ajouter enfin que dans les études de M. Dumont se trouve comprise l'affectation du lac du Bourget comme réserve d'eau pendant l'été ; il y a là la possibilité d'emmagasiner plus de 100 millions de mètres cubes d'eau à titre de réserve pour les irrigations d'été. Dans son œuvre se trouve aussi l'étude pour la création d'un certain nombre de grands réservoirs dans les vallées du Roubiou, de l'Eygues et du Lez en profitant des étranglements naturels offerts par ces vallées ; la capacité réunie de ces diverses réserves d'eau dépasserait 50 millions de mètres cubes. Mais le caractère si heureux du régime du Rhône ne rend pas nécessaires ces réserves qui

ne seront probablement exécutées que lorsque la pratique des irrigations se sera propagée par l'exécution immédiate du canal d'irrigation du Rhône.

Les populations intéressées attendent l'exécution de ce canal avec une vive impatience, mais il faut qu'elles s'aident de plus en plus elles-même et qu'elles répondent aux appels qui leur sont faits par le comité d'action. Vous saluerez avec moi les noms des hommes dévoués qui s'y sont consacrés ; ce sont, avec M. Aristide Dumont, MM. Julien, Pavin de Lafarge, Villeneuve, Eugène Raspail, Jorret, Deandreis, Faucon, de Lunaret, Maistre, Gaston Bazille, Vialla, d'Espons, Henri Marès, Lenard.

Si les désastres causés par le phylloxéra sont un motif puissant pour qu'on hâte l'exécution, il ne faut pas cependant supposer que tout l'intérêt du canal repose sur le rétablissement des vignes par la submersion. Il est possible, et nous souhaitons que les dégâts causés par le phylloxéra soient arrêtés par des insecticides, ou bien encore que, par la plantation des cépages américains, sur lesquels on greffe les cépages français, on puisse ressusciter les vignes. Pour nous, nous ne repoussons aucun système et nous croyons même que tous peuvent trouver leur application utile selon les circonstances de sol, de climat, de position. Mais la question du phylloxéra résolue, la construction du canal n'en resterait pas moins une grande œuvre d'utilité publique.

Pour le démontrer, il n'y a qu'une réflexion à vous présenter. N'est-il pas vrai que si le canal eût existé, alors qu'est survenu le fléau qui a causé tant de ruines, la propriété et l'agriculture dans le Midi ne se seraient pas trouvées aux abois ? Certes il y eût eu tout d'abord une diminution dans les revenus. Mais combien facilement les agriculteurs se seraient retournés pour donner plus d'activité aux autres cultures qui eussent existé en concomitance avec celle de la vigne ! D'ailleurs la vigne elle-même ne donne d'abondantes vendanges qu'à la condition de fumures répétées, et pour avoir des fumures à bas prix il faut du bétail et par conséquent des prairies. En outre, pour la prospérité de la vigne elle-même, l'emploi de l'eau est utile. On en a pour exemple les cultures de M. Jules Maistre, à Villeneuvette, et celles de M. Henri Marès pour une partie de ses vignes de Launac. C'est parce qu'il a de l'eau à sa disposition que, quoique n'étant pas dans les conditions de faire la submersion, il a pu maintenir son vignoble. Pour l'emploi des insecticides, du sulfocarbonate de potassium notamment, et même du sulfure de carbone, il est nécessaire d'avoir de l'eau. Que de malheurs eussent été évités au département de l'Hérault si le canal du Rhône avait été construit il y a quelques années, ainsi que le demandait son promoteur !

J'espère, Messieurs, avoir fait triompher devant vous la cause des irrigations. Je vous ai montré les plaines stériles, où la création d'un canal a fait naître d'immenses richesses. Je vous ai fait voir le petit cultivateur qui serait plongé dans la misère et qui, grâce à l'emploi judicieux de l'eau, est dans l'aisance. Je viens de vous signaler la profonde misère qui, tout d'un coup, a succédé dans les départements méditerranéens, à une prospérité inouïe, et je pense vous avoir fait comprendre que si un canal avait été creusé pour utiliser des eaux qui maintenant s'écoulent infécondes vers la mer, la France n'aurait pas eu à déplorer la ruine de ses populations méridionales. Imaginez,

par la pensée, que le canal du Rhône soit creusé, et vous voyez d'ici les magnifiques cultures qui rendraient luxuriantes vos plaines devenues arides, alors que, aux environs de Marseille, l'aridité des temps passés a fait place, grâce au canal construit par Montricher, à des splendeurs vraiment féeriques.

La leçon me paraît si grande, si évidente, que je ne crois pas que, parmi ceux qui la contemplent, il puisse rester des incrédules. Dans tous les cas, ce ne sont pas les populations rurales qui, aujourd'hui, ont des doutes. Pour elles, la science a parlé le langage qu'elles entendent toujours, celui de l'expérience; car les faits sont éclatants, et ils ont chez elles porté la conviction. Pour moi, en cessant de parler, j'éprouve une véritable joie, c'est que la patience, l'attention avec laquelle vous m'avez écouté me prouvent que vous croyez désormais à l'agriculture reposant sur les données de la science; le plus grand bonheur du savant, c'est d'avoir fait reluire une vérité.

M. DENAYROUZE

Ancien Élève de l'École Polytechnique.

LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

— *Séance du 3 septembre 1879.* —

RÉCEPTIONS

VISITES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

On sait que l'intérêt d'une session ne réside pas uniquement dans les travaux des sections et que les excursions, les visites scientifiques et industrielles, les réceptions constituent une part importante du Congrès. C'est de cette session extérieure pour ainsi dire que nous avons maintenant à rendre compte sans que l'espace qui nous est mesuré nous permette de nous y arrêter autant que nous le voudrions.

La plupart des sections avaient leur salle de réunion au lycée où se trouvait également le secrétariat : aussi la cour principale était-elle constamment remplie de visiteurs qui étaient charmés et intéressés par l'exposition qui avait été préparée par les soins de la *Société d'horticulture* à l'occasion du Congrès et qui réunissait sous une vaste tente de riches parterres de fleurs contenant des échantillons remarquables, des exemples de *mosaïculture*, des bouquets, des collections de fleurs et de fruits. Nous regrettons vivement notre incompétence qui ne nous permet pas d'apprécier en détail les richesses qui avaient été accumulées dans cette exposition : ce que nous savons, c'est que même sans les examiner en détail, on était charmé par l'aspect de ce jardin créé pour durer autant que le Congrès et dans les allées duquel de nombreux congressistes se rencontraient principalement aux heures du commencement et de la fin des séances.

La première réunion à laquelle nous fûmes conviés nous était offerte par la Municipalité, dès le jour de l'ouverture du Congrès : nous fûmes reçus d'une manière cordiale et sympathique par le maire, M. Laissac, les adjoints, les conseillers municipaux et le comité local dans la grande et belle salle des concerts, au théâtre, salle qui avait été ornée à profusion de fleurs, d'arbustes et de drapeaux. C'est là que pour la première fois nous avons eu l'occasion de faire connaissance avec nos hôtes et que commencèrent d'excellentes relations dont tous nous gardons le souvenir. Les conversations étaient interrompues, il est vrai, par les sons d'un orchestre, constitué par l'excellente musique du génie, et par le passage de nombreux et délicieux rafraîchissements; mais, dans ces conditions, on ne se plaignait pas des interruptions. La soirée se termina fort tard et fit bien augurer de la session qui commen-

çait : on sait que, à cet égard, cette impression favorable fut parfaitement justifiée.

Le *Cercle artistique* et la *Société des Amis des arts*, réunis dans un même local situé près du théâtre, jouent un rôle important dans la vie intellectuelle de Montpellier : là se rendent pour y causer les nombreux membres qui le composent et qui, fidèles au titre de leur société, y ont rassemblé d'intéressantes peintures. Chaque année on organise des soirées musicales où se font entendre les artistes les plus renommés qui sont assurés d'un public nombreux et enthousiaste et des conférences littéraires et scientifiques qui attirent un grand nombre d'auditeurs.

Les salles du Cercle se prêtent fort bien aux réceptions : aussi son conseil d'administration, qui avait dès l'ouverture du Congrès adressé à tous les étrangers une carte d'admission, voulut-il offrir au Congrès une soirée dans laquelle pussent faire quelque peu connaissance les habitants de Montpellier et les congressistes venus des diverses parties de la France. Cette soirée avait été fixée au vendredi 29 août et l'on s'y rendit au sortir de la conférence de M. Barral : on n'avait qu'à traverser la place de la Comédie qui avait été, à cette occasion, pavoisée et illuminée. Les membres du Congrès ayant à leur tête le président M. Bardoux, furent reçus par le vice-président M. Dufresse en l'absence de M. Kühnoltz-Lordat, président, et le conseil d'administration du Cercle; discours de bienvenue, réponse de M. Bardoux furent vivement applaudis et méritaient de l'être par l'élévation des sentiments qui y étaient exprimés. On se répandit alors dans les salons, où nous furent offerts de nombreux rafraîchissements et d'excellents cigares; les conversations s'établirent bien vite au son de la musique du régiment du génie qui, sous les fenêtres du Cercle, faisait entendre les plus brillants morceaux de son répertoire. La fête se prolongea fort tard laissant aux invités les meilleurs souvenirs.

Nous ne pouvons parler des visites spéciales faites par certaines sections et qui avaient un but limité, comme celles qui furent faites à l'École de médecine, à l'École de pharmacie, à l'Exposition d'instruments de physique et de météorologie qui avait été installée à la Faculté des sciences, chez M. de Lunaret, etc.; mais nous devons dire quelques mots des visites générales portées au programme. Le samedi 30 août était consacré à l'usine de Villodève, grande fabrique de bougies où nous fûmes gracieusement reçus par M. Faulquier qui nous guida dans les diverses parties de son bel établissement; nous ne pouvons décrire ici les opérations qui nous furent soigneusement expliquées et nous donnons, d'autre part (voir ci-après, page 1245) quelques renseignements statistiques sur l'usine Faulquier Cadet et Cie; mais, ce que nous tenons à ne pas omettre c'est l'affabilité, la gracieuseté de M. Faulquier qui, avant la fin de la visite qu'il avait parfaitement disposée et préparée, nous invita dans le jardin à une délicieuse collation. Notre secrétaire général, M. le marquis de Saporta, profita de cette occasion pour lui adresser les remerciements sincères des visiteurs.

Le préfet de l'Hérault avait annoncé qu'il recevrait le samedi 6 à l'occasion du Congrès : la soirée fut brillante, et quoique l'on dût se lever le lendemain

de fort bonne heure, les membres du Congrès avaient tenu à se rendre à cette invitation à laquelle avaient également répondu nombre d'habitants de la ville. On ne s'étonnera pas de cet empressement : le préfet, M. Cazelles n'est pas seulement un administrateur, c'est un savant, docteur en médecine, ancien interne des hôpitaux de Paris, M. Cazelles est le traducteur du philosophe anglais Herbert Spencer et l'on tenait à lui témoigner toute la sympathie que font éprouver sa distinction et son savoir.

Nous n'avons pas à raconter l'excursion faite à Nîmes et à Aigues-Mortes, le dimanche 31 août; on en trouvera le détail ci-après.

Le programme de la journée du lundi 1er septembre comprenait une visite générale à l'École d'agriculture dont l'importance est bien connue : cette visite avait été dès longtemps préparée et l'on trouvera plus loin, dans une note spéciale, des renseignements détaillés à cet égard. Mais ce que ce procès-verbal ne peut dire, c'est le charme de cette journée, sur les promenades, sur la terrasse ombragée de grands arbres d'où l'on découvre un vaste horizon, c'est l'animation et le mouvement résultant de l'arrivée, du départ des voitures, des allées et venues des congressistes auxquels s'étaient joints, pour la circonstance, nombre d'habitants et d'habitantes de Montpellier; ce que nous devons signaler également, et nous le faisons bien volontiers bien que cela nous entraîne à des redites, c'est la manière charmante dont nous avons été reçus par le directeur, M. Saint-Pierre, et par les professeurs de l'École qui répondaient avec empressement aux questions que l'on ne se faisait pas faute de leur adresser. Ajoutons que, de son côté, Mme Saint-Pierre faisait, aux invités, les honneurs d'un magnifique lunch avec une grâce et une affabilité auxquelles chacun aimait à rendre hommage.

Nous ne doutons pas que cette fête, de laquelle nous donnons d'autre part un récit détaillé et qui a permis de faire apprécier l'École de Montpellier, ne laisse de vifs souvenirs à tous ceux qui y ont pris part.

La journée du mardi 2 septembre fut consacrée à l'excursion à Balaruc et à Cette; nous en donnons le récit détaillé plus loin et nous insérons également quelques notes statistiques tant sur le port de Cette que sur la fabrique de vermouth de MM. Noilly, Prat et Cie.

La journée du mercredi 3 septembre était consacrée à une visite au polygone du génie.

Cette visite avait, pour la plupart d'entre nous, un intérêt tout particulier. Les écoles du génie sont peu nombreuses, puisque la France n'en possède que trois et nous n'étions pas fâchés de voir de près la nature des travaux qui y sont enseignés et exécutés.

L'école régimentaire du génie est destinée, on le sait, à perfectionner l'instruction théorique et pratique des militaires de tout grade appartenant au régiment. L'école de Montpellier possède une bibliothèque de 7,500 volumes, des collections d'instruments et de modèles en relief, et un cabinet de physique très complet. Elle possède, en outre, des ateliers, munis d'une machine à vapeur, pour l'entretien et la réparation du matériel de guerre entreposé à Montpellier, et des outils ou engins de toute nature employés dans les travaux.

Un polygone de 26 hectares d'étendue, contigu à la citadelle, est affecté

aux manœuvres et aux travaux spéciaux exécutés par le 2e régiment du génie.

C'est également l'école régimentaire qui est chargée de faire les expériences nécessaires pour améliorer les engins de toute nature employés à la guerre par le service du génie, ainsi que les méthodes d'exécution des travaux confiés à cet arme. C'est ainsi qu'à Montpellier, en 1844, M. le chef de bataillon Banchetet, alors commandant de l'école, exécuta les premières applications de la lumière électrique à l'éclairage des travaux d'approche exécutés par une armée assiégeante.

Après quelques explications fournies, d'une façon sommaire, quoique très précise, par M. le capitaine Bertrand, nous avons assisté à des opérations qui ont vivement intéressé les visiteurs. Citons quelques-unes de ces opérations : *Brèche à un mur par la dynamite. — Application de la dynamite a l'élargissement d'un trou fait dans un terrain argileux. — Jeu d'un fourneau de mine. — Explications sur les divers systèmes de mines. — Construction et destruction d'une ligne de chemin de fer. — Explosions de fougasses pierriers.* (Les fougasses sont destinées à repousser les colonnes d'attaque, en dirigeant sur celle-ci une grêle de pierres lancées au moyen d'une charge de poudre. On creuse, à cet effet, dans le terrain, une sorte de canon, et on lui donne une direction inclinée, afin que la gerbe de pierres balaye le terrain occupé par l'assaillant.)

Après quelques autres expériences, nous nous sommes rendus dans une autre partie de l'école aux bords de la rivière le *Lez* pour assister à la construction, ainsi qu'à la destruction des différentes sortes de ponts en usage par les armées en campagne. Ce n'était certainement pas le côté le moins intéressant de notre visite.

Nous avons quitté l'école régimentaire du génie avec la conviction que notre armée travaillait sérieusement et bien plus sérieusement qu'on ne le pensait.

L'empressement que les officiers de toutes les armes ont mis à suivre les travaux de l'Association prouve bien que l'armée désire s'instruire, de façon à rester au niveau intellectuel des officiers des autres nations de l'Europe.

La session close officiellement à l'assemblée générale du 4 septembre n'était pas terminée réellement : c'est ainsi qu'elle se prolongea par une nouvelle visite faite au polygone pour y assister à l'intéressant simulacre d'un travail de nuit dans les tranchées, et que le lendemain trois excursions se dirigeaient vers Carcassonne, dans le Gard et dans l'Hérault, conformément à des programmes préparés à l'avance, excursions dont on trouvera le compte rendu ci-après.

Mais c'est dans la soirée du 4 septembre qu'eut lieu la dernière réunion à laquelle assistèrent tous les membres du Congrès réunis à Montpellier. Il s'agissait d'une grande fête donnée au Peyrou par les souscripteurs qui, par leur initiative, avaient assuré la session de Montpellier : le Peyrou, ce jardin d'aspect grandiose qui domine la ville et la campagne, avait été brillamment illuminé et était rempli d'une foule compacte; toute la population de Montpellier s'y était donné rendez-vous. Une partie avait été réservée pour les membres du Congrès et les personnes invitées par les souscripteurs. Musique

d'une part, feu d'artifice d'un autre côté, buffet largement servi, on avait réuni toutes les attractions pour attirer la foule, et elle était venue.

On ne se sépara que fort tard; le temps était magnifique, et l'on regrettait d'avoir à quitter, sans l'espoir de les retrouver le lendemain, des collègues avec lesquels on venait de passer une semaine si bien remplie. Mais, cependant, les heures fixées pour les excursions finales étaient matinales et l'on dût rentrer en ville non sans avoir échangé la promesse de se retrouver au prochain Congrès.

Nous n'avons pas qualité pour juger absolument la session de Montpellier, mais nous sommes assuré que le souvenir de cette ville et de ses hospitaliers habitants restera gravé dans le souvenir de ceux qui ont assisté au Congrès de 1879. Nous ne doutons pas que la plupart d'entre ceux-là trouveront un véritable plaisir, dans quelques années, à feuilleter l'intéressant recueil de notices sur Montpellier qui avait été préparé par les soins du comité local, grâce auquel le Congrès de Montpellier avait été remarquablement organisé et à qui il n'est que juste d'adresser les remerciements de l'Association française.

EXCURSIONS

EXCURSION A NIMES ET A AIGUESMORTES (1)

— 31 août 1879. —

La journée du dimanche 31 août a été consacrée à une excursion à Nîmes et à Aiguesmortes, qui a présenté, à tous les points de vue, le plus vif intérêt, et que nous allons brièvement raconter.

Un train spécial emporte, à 6 heures du matin, les excursionnistes, au nombre de 250 environ, dans la direction de Nîmes. Il marche à toute vapeur et s'arrête bientôt à Lunel, le seul arrêt avant Nîmes. Mais la rapidité du trajet n'est pas telle que l'on ne puisse examiner le paysage qui se déroule à droite et à gauche. Le chemin de fer traverse une vaste plaine que ferment à l'horizon les derniers contreforts des Cévennes. Presque partout le sol est nu et désolé ; quelques champs de blé récemment coupés montrent encore leurs chaumes ; par ci par là des plantes fourragères essayent de pousser, mais la sécheresse et le soleil en arrêtent l'essor. Pour celui qui a parcouru cette ligne, il y a quelques années, le contraste est douloureux. Jadis, à cette date, une vraie mer de pampres verdoyants couvrait le sol à perte de vue ; les joyeuses vendanges commençaient, et donnaient de véritables fleuves de vin. On se procurait à grand'peine les foudres nécessaires à la récolte, et les immenses hangars construits à toutes les gares regorgeaient de futailles. Aujourd'hui ces hangars sont vides, la vigne a disparu, et avec elle la richesse du pays. C'est le phylloxéra qui a fait ce désastre. Il n'y a plus de vin, et il n'y a même pas d'eau. Aussi tous les habitants aspirent-ils ardemment après la création du canal dérivé du Rhône qui leur apportera l'eau indispensable à tous leurs besoins, ainsi qu'à la production de leurs champs. Jusqu'à Nîmes et bien au delà, s'étend cette vaste région ruinée qu'on a caractérisée par le nom trop juste de *pays de la soif*.

A Nîmes, la population tout entière, massée autour de la gare, attend l'Association française. Les autorités viennent saluer son président, M. Bar-

(1) Extrait du journal *la Nature*, 27 septembre 1879.

doux, à la sortie du wagon. Les musiques entonnent l'hymne national, et c'est au milieu d'applaudissements que les excursionnistes descendent de la gare pour faire, à travers la ville, un rapide pèlerinage à tous ses monuments.

M. Revoil, architecte de la ville, qui a consacré sa vie à ses antiquités, nous fait successivement visiter les Arènes, qu'on restaure avec beaucoup de goût, le Musée, la Maison-Carrée, qui suffirait pour illustrer une ville, les Bains romains, qui remontent au temps d'Auguste, le Temple de Diane, la Maison d'Antonin. A la cathédrale, il nous explique ses plans de restauration de ce magnifique morceau d'architecture romane auquel il a l'ambition de rendre toute sa pureté. Nous saluons, en passant, la statue de Reboul, le poète nîmois, et la belle fontaine due au ciseau de Pradier.

La caravane s'arrête au Casino pour faire honneur au déjeuner. La longue course à travers la ville a ouvert l'appétit ; le soleil de midi, qui s'est mis de la fête, a altéré tous les gosiers. La musique de l'artillerie se fait entendre pendant tout le repas. Au dessert, M. Bardoux se fait l'interprète de l'Association et prononce le toast suivant:

« Je crois être votre interprète à tous, Messieurs, en exprimant en votre nom des remerciements à M. Revoil, qui nous a si courtoisement guidés à travers les beaux monuments de cette ville. Des remerciements aussi à l'armée, qui a pris le soin attentif de semer pour ainsi dire des musiques à toutes nos étapes. (Applaudissements.)

» Je bois à la prospérité de la ville de Nimes, si artistique, si intelligente, et qui est comme la fleur de cet incomparable pays de soleil que nous venons de visiter. »

Ce toast est couvert d'applaudissements. On acclame M. Revoil, l'armée, la ville de Nîmes.

M. Revoil répond en excellents termes; puis M. le docteur Gosse, de Genève, porte, au nom des savants étrangers un toast éloquent à la France et à la science française.

En wagon pour Aiguesmortes ! La chaleur devient étouffante, mais personne ne reste en arrière. Quelques dames, qui ont voulu faire partie de l'expédition, ne sont pas les moins intrépides à braver les ardeurs du soleil.

Autour de Nîmes, la campagne a toujours le même aspect. A part quelques vergers d'oliviers, la végétation est presque partout misérable, la terre a soif. Les cigales chantent de toutes parts. Les criquets voyageurs viennent jusque dans les wagons saluer les entomologistes, et leur donner la passagère illusion d'une course à travers les plaines africaines. Mais nous passons la station de Milhaud et nous voici dans la région des sables de la côte.

Le paysage prend un aspect nouveau. Aussi loin que la vue peut s'étendre à droite et à gauche de la voie, c'est une immense plaine sans aucune ondulation. A peine quelques bouquets de pins arrêtent le regard. Des marais presque partout. Sur l'espace enlevé aux eaux, des champs cultivés entourés de remparts de roseaux, pour abriter des vents violents leur sol trop mobile. Les mas (fermes) sont clairsemés. Les produits sont maigres. On est réduit à exploiter les roseaux des marais, qui sont vendus pour faire des litières, des toitures, etc.

De loin en loin, un village : Beauvoisin, Vauvert, Aymargues, Massillargues, Saint-Laurent d'Aigouze. L'œil ne trouve de réelle verdure que dans quelques plantations de vignes. Mais le travail de l'homme se révèle dans cette solitude. Les cours d'eau sont canalisés ou endigués, des roubines d'assainissement sont creusées de toutes parts ; c'est la lutte persistante contre le marais.

Tout à coup une haute tour se profile à gauche de la voie. Elle coupe la route de Nîmes. C'est la tour Carbonnière, ancien poste avancé d'Aiguesmortes construite à la fin du XIIIe siècle, et complètement restaurée il y a vingt ans. Encore quelques tours de roue, et nous sommes en gare. Le chemin de fer ne va pas plus loin. La population tout entière est sur pied pour nous recevoir ayant à sa tête M. Mouret, maire d'Aiguesmortes, et M. Aguilhen, conseiller d'arrondissement, qui nous souhaitent la bienvenue; la musique municipale joue *la Marseillaise* au pied des antiques murailles des temps féodaux.

Aiguesmortes est une ville du moyen âge qu'on croirait édifiée de la veille, tellement toutes les parties de son enceinte sont admirablement conservées. Celle-ci forme un vaste quadrilatère avec tours, créneaux, machicoulis, sans qu'une seule pierre y fasse défaut. La ville est demeurée limitée à son ancienne enceinte ; elle dort silencieuse entre ses hautes murailles, sans qu'aucun toit émerge au-dessus de celles-ci. Aiguesmortes est restée telle qu'elle fut construite au XIIIe siècle ; c'est autour de la ville que des changements se sont opérés. Mais ces changements n'ont pas été tels qu'une ancienne légende le ferait supposer. Il n'est pas vrai que la Méditerranée venait au moyen âge baigner les murs de la ville ; saint Louis partant pour la croisade, s'embarqua à Aiguesmortes, mais comme nous le ferons tout à l'heure, sur un chenal conduisant à la mer, qui était distante de la ville de plus de 5 kilomètres comme aujourd'hui. L'armée des croisés était campée entre Aiguesmortes et la mer. Le canal qui, alors, menait à la Méditerranée, traversait les étangs de la Marette et du Repausset, et aboutissait au Grau-Louis (le mot grau, ou grao en langue romane, signifie embouchure). Au XVIe siècle, ce canal, ayant été ensablé, était remplacé par un deuxième, que suivit Charles-Quint, et qui aboutissait au grau de Croisette. Le chenal actuel date du siècle dernier. Tous ces faits reposent sur des documents authentiques recueillis dans les archives d'Aiguesmortes.

Avant de nous embarquer, montons sur la tour Constance que construisit saint Louis et d'où il s'embarqua. Isolée de l'enceinte au nord, la tour forme un des plus beaux modèles de l'architecture militaire gothique que l'on puisse voir. Vastes salles d'armes, cheminées monumentales, et dans l'épaisseur des murs qui a près de 7 mètres (20 pieds), couloirs sombres, escaliers en colimaçon, cachots, oubliettes, etc. De la plate-forme qui domine le sol à une hauteur de 52 mètres, la vue est magnifique. Elle s'étend, sans obstacles, d'une part sur la Camargue et les lagunes qui la remplissent, d'autre part sur la Méditerranée, et les mille accidents de la côte. Mais voici qu'au delà du canal de Beaucaire qui aboutit à la ville, et derrière l'enceinte, se montre une vaste surface dont la magnifique verdure contraste avec le reste du paysage. C'est le vignoble, la nouvelle source de richesse pour Aiguesmortes.

Depuis quelques années, près de 1,500 hectares de vignes ont été plantés sur son territoire; la vigne française a trouvé ici un refuge contre le phylloxéra. Celui-ci, en effet, se développe mal dans ces terrains mobiles, et la vigne est prospère malgré lui. Dans les nouvelles plantations, on a bientôt une production de 80 à 100 hectolitres de vin en Aramont et en Grenache ; quand la vigne peut être fumée, le rendement s'élève après cinq ans, jusqu'à 150 et 180 hectolitres. Aiguesmortes et les sables du littoral s'enrichiront par la ruine du vignoble méridional.

Nous redescendons au port. Trois grands bateaux, frêtés par la Compagnie des Salins du Midi, attendent l'Association française pour la conduire aux salines. Nous suivons le nouveau chenal maritime d'Aiguesmortes ; il traverse jusqu'à la mer l'étang du Repausset, et deux digues insubmersibles le préservent contre les ensablements du Rhône. C'est, en effet, par les crues de ce fleuve que les deux anciens canaux ont été peu à peu comblés. Dans les très grandes eaux, il est arrivé que le Rhône venait battre les murailles d'Aiguesmortes. Le canal actuel a une longueur de 5,600 mètres ; sa largeur varie de 40 à 50 mètres. Bientôt nous faisons escale aux pontons des salines.

MM. Gervais et Mion, ingénieurs de la Compagnie, font à l'Association française les honneurs de leur vaste exploitation. Les *tables saunantes*, longues de 150 mètres, entourées de rigoles d'écoulement, se succèdent sur une longueur de plusieurs kilomètres. La saline que nous visitons est celle du Perrier. Les tables (larges bassins d'une profondeur de 30 à 35 centimètres, où l'eau de mer subit, pendant deux mois environ, l'action du soleil) se succèdent pour montrer toutes les phases du travail. La première est encore pleine; sur la deuxième, on a fait écouler l'eau, et nous marchons sur la couche de sel admirablement cristallisé. Sur la troisième, on procède au *battage ;* les ouvriers détachent, avec une pelle plate en bois, les cristaux de sel, et en forment des *gerbes* ou petits cônes de 1 mètre environ de hauteur où le sel se débarrasse de l'humidité qu'il renferme ; les cristaux ont, au moment où ils sont réunis en gerbes, une jolie teinte rose ; à mesure qu'ils se dessèchent, ils prennent une blancheur éblouissante. Sur une quatrième table, se fait le *levage ;* on enlève le sel des gerbes, et les ouvriers en forment de vastes masses prismatiques, appelées *camelles*, qu'on recouvre non seulement au sommet, mais sur les parois, d'un paillis en roseaux, pour protéger le sel jusqu'au moment où la camelle est détruite pour la vente du produit.

La visite s'achève par l'examen des roues à tympan qui servent à élever l'eau de mer sur les tables, et celui des appareils de trituration, bluttoirs, etc., qui permettent à la Compagnie de livrer des sels pulvérisés, d'une pureté remarquable. Mais deux gardes montés sur leurs chevaux camargues à l'allure rapide et au jarret vigoureux, rallient les excursionnistes disséminés sur la vaste étendue de la saline, et les appellent aux bâtiments principaux.

On arrive à un immense châlet en bois, exhaussé de 2 mètres environ, d'une longueur de 30 mètres, d'une largeur de 13 mètres, et dont l'architecture est des plus élégantes. Après avoir gravi les marches du perron, on traverse un véritable musée des salines, renfermant tous les outils qui servent à l'exploitation du sel. Des spécimens d'oiseaux de mer, habitants de ces pa-

rages, ornent les murs ; un flamant rose attire surtout l'attention. Puis, on pénètre dans un immense *hall* : d'un côté, un long divan, de l'autre une table enguirlandée de fleurs, ornée d'admirables cristaux de sel, mais surtout couverte d'un lunch riche et par la variété et par l'exquise qualité des rafraîchissements qu'il offre aux hôtes des salines. Chacun se réconforte, puis M. Bardoux se fait l'interprète des sentiments de tous pour exprimer à la Compagnie des Salins nos remerciements pour son chaleureux accueil. L'admiration devient une véritable stupéfaction, quand on apprend que ce vaste et magnifique châlet n'est qu'une œuvre éphémère, qu'il a été construit en l'honneur de l'Association française, et que, le lendemain, il sera par terre. Jamais encore depuis huit ans, l'Association n'avait reçu, de simples particuliers, réception aussi grandiose.

Il faut s'arracher à tant de cordialité, et remonter sur les bateaux pour achever l'itinéraire. La flotille continue à descendre le canal, et arrive bientôt au Grau-du-Roi. Ici encore la population est sur pieds ; elle se presse sur les deux rives du canal, drapeaux à la main, musique en tête. Quand les bateaux passent, ce sont des hourras enthousiastes, des décharges de mousqueterie, puis une farandole effrénée qui se poursuit jusqu'à l'extrémité de la jetée. On traverse le port rempli de bateaux de pêche, *bateaux-bœufs*, suivant l'expression du pays : ils sont tous pavoisés. Puis lentement, on entre dans la Méditerranée. La mer aussi a fait sa toilette des jours de fête pour recevoir l'Association. Pas une ride sur les flots. Au large, la vue est magnifique ; on embrasse d'un coup d'œil le golfe d'Aiguesmortes. A droite la pointe de l'Espiguette, avec son phare avancé sur les sables. A gauche, la ligne des sables qui borde l'étang de Mauguio, puis le grau de Palavas, l'étang de Thau et Cette, le port heureux rival d'Aiguesmortes. Au fond, la ligne des Cévennes.

Au retour, ce sont les mêmes acclamations, les mêmes vivats qui accueillent nos bateaux à Aiguesmortes, comme au Grau-du-Roi.

Il faut enfin débarquer et reprendre le train spécial qui, sans interruption cette fois, nous ramène à Montpellier.

EXCURSION A BALARUC ET A CETTE

— 2 septembre 1879. —

Le récit enthousiaste des congressistes qui avaient pris part à l'excursion de Nîmes et Aiguesmortes avait décidé un grand nombre de personnes à aller à Cette, où l'on nous assurait que nous serions très bien reçus, encore bien que personne ne pût prévoir la magnificence de la réception qui nous attendait.

L'heure du départ était matinale le 2 septembre, et cependant personne ne manqua de se trouver à l'instant du départ à la gare de l'Esplanade où la Compagnie des chemins de fer de l'Hérault avait gracieusement fait préparer un train spécial à notre intention. En quelques instants, les wagons sont en-

vahis, on se groupe sympathiquement et nous partons ; nous quittons bientôt la ligne de Palavas, si fréquentée par les Montpelliérains pendant la belle saison et dont nombre de congressistes ont fait si souvent usage, et nous contournons la ville de Montpellier pour aller emprunter sur une certaine longueur la ligne des chemins de fer du Midi. Le trajet s'effectue sans embarras jusqu'à Poussan : là, un arrêt a été ménagé pour que les géologues qui font partie de l'excursion puissent aller étudier les coupes géologiques que l'on rencontre dans les tranchées voisines : il y a bien quelque embarras, car il y a une tranchée à l'amont et une à l'aval et toutes deux sont intéressantes. Ce ne sont d'ailleurs que les fervents qui se déplacent : outre que la question est bien spéciale, malgré l'heure matinale la chaleur est réellement accablante et l'on préfère, en général, rester à l'ombre des wagons, faute d'autre ombre, à continuer la conversation entamée, conversation ou légère ou sérieuse.

Mais le sifflet se fait entendre, on regagne ses places, nous partons et bientôt après nous commençons à apercevoir l'étang de Thau. Un peu plus tard, nous nous arrêtons de nouveau : nous sommes arrivés à Bouzigues, station où nous quittons le chemin de fer. Nous sommes reçus par une population empressée et le maire nous souhaite la bienvenue : en l'absence du président qui avait quitté Montpellier le jour même, M. Frédéric Passy remercie chaleureusement de l'accueil cordial qui est fait à l'Association française. On se met en marche et en quelques minutes, on arrive au port de Bouzigues où nous retrouvons les chalands qui ont été installés pour nous à Aigues-mortes par la Compagnie des Salins du Midi, et que, pour nous, on a fait venir à Balaruc : ces chalands sont placés bord à bord le long du quai tandis que, à quelque distance, se trouve le remorqueur qui doit les entraîner. Ce remorqueur appartient à M. Nahmens qui l'a mis gracieusement à la disposition du Congrès.

L'embarquement se fait avec ordre et en un temps relativement court, on est paré : le remorqueur s'éloigne alors lentement entraînant successivement les chalands qui, reliés entre eux, quittent le quai l'un après l'autre. A cet instant, le ciel est bleu, le soleil projette une vive clarté, les eaux du lac sont calmes et scintillantes, l'aspect de cette flottille pavoisée qui s'éloigne de la rive où se presse une foule sympathique est saisissant et de toutes parts s'élèvent des hourras et des vivats. Le spectacle est magique et nous sommes convaincu qu'il ne sortira pas de la mémoire de ceux qui en ont été témoins.

Le trajet s'effectue, non sans quelques incidents plaisants qui font passer le temps : un chapeau qui tombe à l'eau, des méduses que l'on pêche et qui entretiennent la bonne humeur des congressistes déjà bien disposés par le début de l'excursion.

On arrive à Balaruc où, de distance en distance, les rues sont ornées de drapeaux, de pavillons. Avouons que, à cet instant, la préoccupation générale, c'était d'arriver au déjeuner : pour être savant ou congressiste, on n'en est pas moins affamé et altéré.

Le repas avait été dressé sur une immense table en fer à cheval dans le parc de l'établissement balnéaire ; nous n'avons pas besoin de dire que l'on fit

un sérieux accueil à ces agapes que l'ardent soleil du Midi contrariait un peu, malgré les précautions prises.

Combien volontiers l'on se serait oublié sous les frais ombrages ! Et de quel dévouement professionnel n'ont pas fait preuve les médecins qui ont jugé qu'il fallait visiter l'établissement et se rendre compte au moins sommairement des ressources dont il dispose ! M. le Dr Planche s'est mis avec empressement à la disposition de ses confrères qui l'ont vivement remercié, tandis que le nom de M. Belugou, organisateur du repas, était acclamé par ceux des convives que rien n'avait forcés à quitter prématurément la table.

Mais on donne le signal du départ, et sans grande hâte, il faut le reconnaître, on se dirige vers le port, ignorant que nous devons, toute la journée, marcher d'enchantement en enchantement. Nous reprenons les chalands et nous faisons route vers Cette.

Un peu plus tard, un bateau à vapeur se dirige vers nous ; c'est le stationnaire de Cette et qui vient prendre la tête du convoi que nous saluons de mille acclamations, pour ne nous quitter que lorsque nous débarquons.

Bientôt nous entrons dans le port de Cette aux sons d'une musique placée sur le quai pour nous recevoir dignement. A partir de cet instant nous circulons dans les bassins accompagnés des vivats de la foule qui est nombreuse, car notre visite coïncide avec la fête patronale : tous les navires sont pavoisés, les barques de plaisance circulent de toutes parts, les maisons ont arboré leurs drapeaux ; dans l'avant-port nous voyons, en passant, les estrades qui ont été préparées et qui sont déjà presque remplies ; les places qui nous sont réservées seules sont vides. Et dans ce mouvement, dans cette foule flottante, notre convoi se déroule gravement, sans bruit, avec une habileté que nous ne pouvons qu'admirer et nous passons sans embarras au milieu d'encombrements que l'on aurait pu croire inextricables.

Nous faisons ainsi le tour des bassins sur lesquels nous donnons ci-après (page 1252) quelques renseignements statistiques, et nous sommes frappés de leur étendue que l'on nous assure être insuffisante. Le temps est assez beau pour que notre flotille, toujours précédée du stationnaire, nous nous élancions en pleine mer et nous faisons le tour de la jetée. Enfin, nous débarquons et non sans embarras, nous cherchons à suivre le programme qui a été fixé ! Ce programme est trop riche et l'on ne saurait le suivre en entier : il faut opter. Les uns se dirigent vers les belles collections de M. Doûmet-Adanson que le propriétaire se fait un plaisir de montrer et dont il fait les honneurs avec une intelligente gracieuseté. D'autres, et c'est le plus grand nombre, se rendent dans les chais de MM. Winberg et Cie qui avaient été spécialement ouverts et où l'on avait établi un véritable buffet où il était possible de déguster tous les types de vins dont la fabrication est devenue, à Cette et dans la région, une industrie si importante.

D'un autre côté, on se rendait aux magasins de MM. Noilly-Prat et Cie, ont la marque de vermouth est si universellement renommée et où nous étions reçus cordialement et d'une manière affable : l'étendue de ces magasins, l'importance des approvisionnements parurent extrêmement remarqua-

bles (1) et l'on fut très sensible à la dégustation des meilleurs échantillons qui nous furent offerts.

Pendant ce temps, des joutes avaient lieu dans l'avant-port et les congressistes amoureux de ces luttes nautiques s'étaient réfugiés sur les estrades; d'autres suivaient les régates en mer à bord d'un chaland et quelques-uns même, malgré la chaleur, faisaient l'ascension de la montagne de Cette.

L'heure s'avance, le soleil baisse à l'horizon, on commence à se réunir et les uns à pied, les autres en barques, la plupart à bord des chalands, nous nous dirigeons vers la salle du banquet. Que dirons-nous de ce repas qui ne réunissait pas moins de six cents personnes et qui était offert aux trois cents congressistes par trois cents habitants de Cette : nous n'osons insister de peur d'avoir l'air d'attacher une trop grande importance aux questions de cet ordre, bien que l'on sache combien elles présentent d'intérêt dans les excursions, mais nous croyons qu'il est difficile d'imaginer un spectacle plus complet, une organisation plus satisfaisante. Aussi quels ne furent pas les applaudissements lorsque M. Frédéric Passy, répondant au maire de Cette, M. Espitalié, le remercia au nom de l'Association française avec des paroles empreintes d'une éloquente émotion.

Il semblait que tout dût être fini et qu'il était impossible de faire croître encore notre enthousiasme : nous n'étions pas au bout des merveilles cependant. Nous nous embarquons de nouveau sur nos chalands brillamment illuminés et nous arrivons dans l'avant-port rempli d'embarcations couvertes de lampions, de lanternes vénitiennes; nous prenons place sur l'estrade et bientôt éclate un spectacle magique et que nous renonçons à décrire : le bassin est sillonné de feux qui se déplacent en tous sens avec rapidité, la lumière électrique projette ses rayons ardents sur le périmètre entier, sur les maisons, sur la foule, sur les collines; nous assistons au simulacre d'un combat naval nocturne entre *le Hussard* et le bâtiment de l'école des mousses ; un feu d'artifice, avec pièces en l'honneur du Congrès, part sur l'eau en face de nous et pendant ce temps les pièces d'artillerie de marine tonnent et remplissent l'air de leur fracas; puis la montagne de Cette, de la base au faîte, s'embrase et de tous les côtés s'allument des feux de bengale de couleurs variées.

Il faut partir, mais ce n'est pas sans peine que l'on parvient à nous faire embarquer encore une fois pour nous conduire à la gare où nous croisons une splendide retraite aux flambeaux qui doit parcourir la ville pour clore la soirée ; la Compagnie des chemins de fer du Midi a fait préparer un train spécial qui nous ramène à Montpellier à une heure tardive, fatigués, fourbus même, mais enthousiasmés, fiers de la réception splendide faite à la science par la ville de Cette, regrettant que cette magique journée, qui a dépassé ce que l'imagination pouvait inventer, ait dû prendre fin, mais convaincus que le souvenir en restera toujours vivant dans notre esprit et dans notre cœur.

(1) Voir ci-après, page 1232.

EXCURSION A CARCASSONNE ET A PERPIGNAN

— 5 septembre 1879. —

Un avis affiché au secrétariat de l'Association. le dernier jour de la session, informait les nombreuses personnes qui s'étaient fait inscrire pour l'excursion de Carcassonne que cette course n'aurait pas lieu. Quelques membres, décidés à ne pas perdre l'occasion de voir un spécimen si remarquable des fortifications du moyen âge, se réunirent à l'issue de l'Assemblée générale et résolurent de faire cette visite. Le programme fut bien vite arrêté, grâce à l'obligeance de M. Cochet, inspecteur des télégraphes à Carcassonne, qui était venu en éclaireur, à Montpellier, pour savoir ce qu'on avait décidé relativement à cette visite.

Rendez-vous fut donné aux adhérents à la gare du chemin de fer pour le train partant le lendemain, vendredi, à 4 heures 34 minutes du matin. Dix membres répondirent à l'appel et malgré l'heure matinale, partirent gaîment pour Carcassonne. Voici dans quels termes l'un d'eux rend compte de ce voyage.

Après Cette, nous traversons d'importants marais salants où la récolte du sel est en pleine activité ; les divers chantiers que nous rencontrons présentent le coup d'œil le plus original. Nous admirons, en passant, Béziers dominé par son église fortifiée et ses immenses terrasses ; nous entrevoyons ses deux ponts sur l'Orb dont l'un sert de passage au canal du Midi : le pays est vert et riant et justifie le dicton qui fait de Béziers un paradis terrestre. Les vignes sont belles et chargées de fruits ; le phylloxéra ne les a pas encore atteintes ; les premières traces de l'invasion ne se rencontrent qu'en se rapprochant de Narbonne. En remontant la vallée de l'Aude à partir de cette ville les vignes deviennent de plus en plus belles et bientôt elles s'étendent à perte de vue au delà de la petite ville de Capendu.

Arrivés à Carcassonne, nous retrouvons M. Cochet qui veut bien nous diriger dans notre excursion. Nous visitons d'abord la ville basse avec ses rues tracées à angles droits, arrosées en permanence par de l'eau courante, son boulevard de ceinture avec de gigantesques platanes, sa halle où se trouvent de curieuses mesures de capacité en pierre, ses restes de vieux bastions, sa vieille porte d'où nous découvrons dans son ensemble la Cité, située de l'autre côté de l'Aude, sur une éminence escarpée et entourée d'une double enceinte de murailles flanquées de tours.

Après un excellent déjeûner pris à l'hôtel Bernard, nous nous rendons dans la Cité dont nous parcourons la double enceinte admirablement restaurée dans une de ses plus importantes parties par Viollet-le-Duc ; nous visitons le château, plusieurs tours et l'admirable église de Saint-Nazaire. Nous n'essayerons pas de décrire tout ce que nous avons vu et admiré dans cette visite, mais nous pouvons dire qu'elle nous a tous vivement intéressés et impressionnés et nous faisons des vœux pour que l'Association puisse un jour en faire l'objet d'une excursion finale lorsque la réunion se tiendra à Toulouse.

Le soir, nous partons de Carcassonne pour aller coucher à Quillan, tête de ligne du chemin de fer qui remonte la vallée de l'Aude en desservant Limoux. Pendant que le souper se prépare, nous allons faire une visite aux bains de Ginoles.

Le lendemain samedi, nous remontons la vallée de l'Aude pour visiter les gorges de Saint-Georges et plus loin le curieux défilé de Pierre-de-Lys ; nous nous arrêtons à Gesse qui paraît être le bout du monde et où s'arrête actuellement la route. Ce pays est admirable ; ce sont à chaque instant des surprises nouvelles et des transports d'admiration ; les sites les plus pittoresques et les plus variés se succèdent avec une rapidité telle qu'on peut croire que la nature a réuni sur ce point les plus beaux spécimens de la création. Nous trouvons là des blocs erratiques de granit, puis une moraine glaciaire coupée par la route, une espèce de brèche très curieuse verte et rouge, de beaux marbres très variés, blancs, noirs, veinés de rouge, entamés pour établir la route et qu'il serait maintenant très facile d'exploiter. Nous revenons sur nos pas jusqu'à Axat en déclarant que cette région fort peu connue est certainement une des plus pittoresques et des plus intéressantes qu'on puisse voir.

D'Axat nous nous rendons à pied à la Pinouze où nous visitons un chantier d'injection de poteaux télégraphiques par le procédé Boucherie, puis nous rejoignons notre omnibus pour remonter la vallée d'Aliès jusqu'au col de Comperrier où se trouve l'origine de la célèbre forêt des Fanges : de là nous nous dirigeons sur Perpignan. A Saint-Paul-de-Fenouillet, le hasard nous met en relation avec le maire, qui tient à honneur de nous faire déguster les vins de la région et notamment un Rancio récolté par lui en 1845. En passant à Estagel nous mettons pied à terre pour visiter la maison où Arago est né et voir sa statue élevée sur la place principale de la ville. Le soir, nous visitons Perpignan, et le lendemain dimanche après avoir complété notre visite, nous prenons le chemin de fer de Collioure dont nous ne nous lassons pas d'admirer le site original et pittoresque, puis nous suivons à pied la route qui longe la mer jusqu'à Port-Vendres, où nous arrivons en même temps que *la Picardie* qui ramène de la Nouvelle-Calédonie le premier convoi d'amnistiés. Nous assistons au débarquement pendant que quelques-uns d'entre nous poussent jusqu'à la frontière d'Espagne, et nous rentrons le soir à Narbonne en nous arrêtant, entre deux trains, à Elne pour visiter le très beau cloître du XIIe siècle qui s'y trouve et qui est en parfait état de conservation.

Entre Perpignan et Narbonne, près de Sainte-Lucie, nous remarquons un village entièrement lacustre, habité par des pêcheurs et qui n'est relié à la terre ferme que depuis cinq ou six ans par une digue formant chaussée.

Près de Maudirac, nous traversons de vastes terrains conquis sur la mer et très bien cultivés par une Compagnie qui y applique exclusivement le labourage à vapeur. Nous arrivons le soir à Narbonne, et lundi, après avoir visité la ville, nous nous séparons en nous donnant rendez-vous à Reims en 1880 et en remerciant M. Cochet qui par son amabilité et son précieux concours a assuré la réussite complète de notre excursion finale.

EXCURSION DU GARD

— 5 septembre 1879. —

Un très petit nombre de membres du Congrès de Montpellier ont pris part à la course finale dans le département du Gard. Cette circonstance est doublement regrettable. D'abord, les usines et exploitations visitées présentaient un spectacle des plus intéressants ; en second lieu, les Compagnies avaient fait pour recevoir l'Association des préparatifs qui semblaient attendre et qui sûrement méritaient de plus nombreux visiteurs.

L'excursion a duré trois jours. Partis de Montpellier le vendredi 5 septembre de grand matin, les membres du Congrès ont trouvé à la station de la Pise M. Graffin, directeur des mines de la Grand-Combe, entouré de tout son personnel. Ces messieurs, avec une amabilité et une complaisance dont nous les remercions sincèrement, nous ont montré les détails de cette organisation grâce à laquelle les mines de la Grand-Combe sont une véritable exploitation modèle. Les ingénieurs ont pu étudier un service d'extraction, de préparation mécanique, fonctionnant avec une régularité parfaite, et une méthode de roulage fondée sur une originale et élégante application de la gravité.

Les agriculteurs ont admiré ces travaux de reboisement, conception de M. Talabot, qui ont assuré au pays un climat salubre, en le recouvrant d'une admirable forêt de pins. Les économistes enfin ont pu voir à la Grand-Combe ce beau spectacle d'une immense famille ouvrière travaillant heureuse et paisible sous le patronage d'une administration éclairée ; l'ordre dans les ménages encouragé par des primes, l'instruction religieuse et technique largement distribuée aux enfants des mineurs ; l'ouvrier associé parfois aux bénéfices de la Compagnie, des caisses de secours, de retraite, en un mot toutes les institutions philanthropiques fonctionnant dans d'excellentes conditions.

Un déjeuner de cinquante couverts avait été préparé par les soins de l'administration. Bien des places malheureusement, étaient vides; nous plaignons sincèment ceux de nos collègues qui n'ont pu venir les occuper.

Au dessert, M. Delesse, inspecteur général des mines, membre de l'Association, a retracé, en quelques paroles, l'histoire des progrès de la Grand-Combe, et a porté à sa prospérité un toast accueilli par d'unanimes applaudissements.

La visite s'est terminée par l'usine à agglomérer et l'atelier de carbonisation de la houille. Nous avons pris congé de M. Graffin, non sans le remercier chaleureusement de sa charmante hospitalité.

A notre arrivée à Alais, nous avons trouvé une carte de bienvenue du maire et des adjoints de cette ville. Qu'il nous soit permis de remercier la municipalité d'Alais pour ce courtois témoignage de sympathie.

La journée du lendemain a été consacrée à Bessèges. M. de la Rouzière, directeur de la Compagnie houillère ; M. Jouguet, directeur des forges de la Compagnie de Terrenoire, La Voulte et Bessèges, étaient venus recevoir le Congrès à la gare. Détail à constater, mais dont le commentaire serait un

peu honteux pour l'Association : il y avait plus d'ingénieurs des deux Compagnies que de membres du Congrès.

On a d'abord parcouru les installations de la Compagnie houillère, puits d'extraction, lavoir Evrard. On a admiré la méthode parfaite avec laquelle est installée la salle des plans, où les travaux souterrains sont continuellement indiqués; les bureaux des maîtres mineurs, avec la disposition ingénieuse adoptée pour le paiement des ouvriers; la lampisterie, établissement d'une importance si capitale dans une exploitation minière.

Puis on a passé sur le terrain de la Compagnie métallurgique. On a vu le charbon livré par la Compagnie houillère, distillé et transformé en coke dans de longues batteries de fours carrés, les produits volatils condensés et traités par les appareils de concentration de M. Solvay.

Après avoir examiné les assortiments de minerai et les dispositions intérieures des hauts fourneaux, on a assisté au spectacle toujours grandiose de la coulée de la fonte. A l'atelier Bessemer on a fait manœuvrer devant nous le convertisseur à couler des lingots d'acier. L'espace nous manque pour rappeler tout ce qu'a présenté d'intéressant la visite des laminoirs, de la forge, de la boulonnerie, etc.

Vers midi, MM. Jouguet et de la Rouzière se sont partagé les membres du Congrès, et l'un au nom de la Compagnie des forges, l'autre au nom de la Compagnie houillère, leur ont fait avec une extrême cordialité l'honneur d'un excellent déjeuner.

Un train à locomotive pavoisée et aux wagons élégamment décorés de feuillage nous a transportés au cap Finistère, d'où l'on domine l'usine à fer de Tamaris, dépendance de la Compagnie de Terrenoire. On a visité les hauts fourneaux, la forge, et admiré une fort jolie vitrine, où se trouvaient réunis des échantillons de toutes les matières élaborées dans l'usine; minerais, fonte, spiegel-eisen, laitiers divers, fers finis, jusqu'au plomb que l'on recueille dans le traitement des minerais galénifères.

Une table avait été dressée sur le plateau de Bouzac, et nous avons eu l'agréable surprise d'y trouver préparé un lunch et des rafraîchissements. M. Escalle, ingénieur en chef des Usines de Tamaris, a prononcé alors le discours suivant :

« Permettez-moi, Messieurs, de me joindre à mon sympathique directeur, M. Jouguet, pour vous souhaiter la bienvenue dans nos forges, et vous remercier plus particulièrement au nom de notre personnel de Tamaris, de votre trop courte apparition parmi nous.

» Des visites comme celle-ci ne doivent pas être seulement un honneur et un plaisir; elles doivent être surtout une espérance. — Le progrès de la science, qui est l'objet de votre réunion et votre mot d'ordre, devient plus que jamais la loi et la nécessité de notre industrie du fer.

» Beaucoup de personnes cultivées et instruites, qui visitent nos usines, sont frappées du spectacle extérieur de sidérurgie; c'est, nous disent-elles souvent, *le triomphe de l'intelligence sur la matière*. Hélas ! Messieurs, à vous qui devez nous regarder avez les yeux de la science, qui percent à travers les

surfaces, nous devons vous avouer que, bien loin de triompher de la matière, nous luttons péniblement, très péniblement avec elle.

» Tandis que nous la remuons par grandes masses, avec de puissants appareils dont vous avez vu surtout de superbes spécimens à Bessèges, elle nous tient sérieusement en échec ; et par quoi ? — Par des quantités infinitésimales. Oui, Messieurs, aujourd'hui la question vitale de notre métallurgie du fer est tout entière dans la présence ou le départ de quelques atômes de soufre, de manganèse, de phosphore et de carbone. — C'est par l'appel ou le départ de ces atômes que la science révèle son influence sur nos fourneaux et sur nos foyers depuis trente ans.

» Vous venez de parcourir le Midi ; on vous a parlé de l'oïdium et du phylloxera, ces infiniment petits, plus énergiques et plus terribles en agriculture que les plus terribles perturbations atmosphériques. Eh bien, nous avons aussi, dans la métallurgie du fer, notre oïdium et notre phylloxera qui sont le *soufre* et le *phosphore*.

» Au chimiste, et je souhaite, Messieurs, qu'il s'en trouve parmi vous, au chimiste qui la débarrassera de ces deux métalloïdes désagréables, la métallurgie élèvera des statues.

» Je ne cite le soufre, cet *oïdium du fer*, que pour mémoire ; car s'il s'allie facilement au fer, nous finissons par en avoir facilement raison ; mais le phosphore, ce *phylloxera de l'acier*, le phosphore, qui s'allie difficilement au fer, mais qui, une fois présent, semble défier notre science ; quel est le savant qui nous en débarrassera ?

» Quelques faits, Messieurs, pour bien préciser, à ce point de vue scientifique, le *desideratum* de notre sidérurgie du fer et ce qu'elle attend encore de la science.

» Nous dosons chaque jour la proportion du soufre contenu dans nos fontes ; nous sommes arrivés à cette loi pratique que cinq dix-millièmes de soufre rendent nos fontes absolument impropres à la fabrication des fers fins. — Les soins donnés au puddlage ne rachètent pas plus tard le vice originel de ces fontes infectées de quelques atômes de soufre.

» C'est dans les hauts-fourneaux que doit se faire l'élimination. Le grand agent de cette élimination est, depuis quelques années, le manganèse. — Grâce à lui, nous la poussons jusqu'à deux, presque à un dix-millième.

» Mais le phosphore, lui, pas plus que le phylloxera, n'a trouvé encore de remède bien topique. — Il faut d'abord dire à son avantage que, dans certaines proportions, 3 à 5 millièmes, il est tout à fait inoffensif, il est même utile au fer. Mais à cette proportion, il est terrible dans l'acier dont il change absolument la nature. — Plus de ductilité, plus de malléabilité ni à chaud ni à froid. — De là vient qu'il nous faut aller au loin, en Afrique, en Espagne, dans les Pyrénées, chercher des minerais à peu près privés de phosphore.

» Vous voyez l'immense service que nous rendrait encore le chimiste qui saurait découvrir l'antidote du phosphore.

» Actuellement des essais industriels sont faits dans ce sens en Angleterre. En appliquant aux convertisseurs Bessemer des garnissages basiques, on expulse une grande partie du phosphore contenu dans des fontes très phosphoreuses.

» C'est un grand progrès, mais ce n'est pas la solution tout entière; en ce qui regarde l'acier, le problème de la purification totale des fontes qui ne contiennent que très peu de phosphore reste posé devant la science. — C'es aujourd'hui le plus important problème de la métallurgie du fer.

» Mais ici encore, à défaut d'une solution radicale, nous retrouvons de nouveau l'action bienfaisante du manganèse; non content de chasser le soufre de nos fontes, il neutralise, jusqu'à un certain point, dans les aciers, la présence du phosphore et permet de tirer parti de ceux qui en contiennent une proportion de 2 à 3 millièmes. Ajoutons pour rendre tout à fait justice au manganèse, qu'il exalte toutes les qualités du fer et de l'acier. Cela est tellement remarquable, que, pour ce dernier, on en arrive à dire en ce moment, *qu'il n'y a pas de bon acier sans manganèse.*

» Sans ériger cette remarque en axiome métallurgique, je la signale aux géologues et aux minéralogistes qui peuvent se rencontrer parmi vous.

» Qu'ils recherchent dans leurs excursions les gîtes à manganèse. Les minerais de manganèse, déjà très chers, acquerront encore une valeur plus considérable d'ici à peu de temps.

» Voilà, Messieurs, le rôle prépondérant que jouent dans notre industrie du fer ces agents infinitésimaux redoutables ou favorables, qui s'appellent le soufre, le phosphore, le manganèse.

» Il en est un quatrième dont le rôle est trop connu pour que j'en parle ici longuement. C'est le carbone. Quelle merveille que ces 5 millièmes de carbone changeant le fer en acier! le rendant propre à la trempe, attirable à l'aimant, doublant sa résistance à la traction et décuplant sa résistance à l'usure. Voici deux exemples :

» La résistance du fer est en moyenne de 35 kilog. par millimètre carré de section ; celle de l'acier est de 70 kilog.

» Les rails en fer s'usent d'un millimètre par an. Les rails en acier, placés dans les mêmes conditions, ne s'usent que de un dixième de millimètre par an, c'est-à-dire dix fois moins ; aussi, tandis que les rails en fer duraient de 5 à 10 ans, les rails en acier dureront de 50 à 100 ans.

» Voilà les effets de cette si petite proportion de carbone.

» Mais quelle merveille aussi que ces perfectionnements successifs qui nous ont amenés depuis vingt ans à fabriquer l'acier à si bon marché et en quantités si considérables.

» Votre visite à Bessèges vous a montré ces phénomènes. A Tamaris nous avons voulu simplement vous dire quelles étaient nos luttes du moment et nos demandes actuelles à la science.

» Mais j'ai surtout voulu me donner l'honneur de porter un toast à la santé des hommes de cœur qui, comme vous, Messieurs, se sont réunis en société dans le but d'étudier sérieusement tous les problèmes scientifiques. »

M. Gervais a répondu, au nom de l'Association, quelques paroles de remerciements et a bu à la prospérité de la Compagnie.

Dans la troisième et dernière journée de l'excursion, on a visité l'usine à produits chimiques de Salindres, fondée par le regretté M. Merle.

Le directeur, M. Péchiney, nous en a expliqué les innombrables détails, avec une saisissante clarté et une humour des plus entraînantes. Il nous a successivement montré la fabrication de l'acide sulfurique, sa purification ; l'extraction de la soude du sel marin par le procédé Leblanc, l'acide chlorhydrique utilisé pour la génération du chlore par sa réaction sur le bioxyde de manganèse, le chlorure de manganèse retransformé en bioxyde par l'ingénieux appareil Weldon, le chlore formant avec des alcalis ou de la chaux des matières décolorantes ou désinfectantes, etc., etc. Nous avons vu les préparations connexes du sodium et de l'aluminium, et nous avons emporté comme souvenir de petits lingots de ce dernier métal. Enfin, nous avons visité l'atelier d'extraction du soufre, des eaux qui circulent, dans des drainages méthodiques à travers les tas de résidus sulfurés de l'usine.

Cette intéressante visite a été, comme les jours précédents, coupée par un déjeuner servi sous une tente élégante, dans un jardin dont la fraîcheur, aux portes d'une usine de produits chimiques, est une véritable merveille.

La gaieté la plus cordiale n'a cessé de régner pendant ce repas, dont Mme Péchiney avait eu l'amabilité de prendre la présidence. De sincères et chaleureux toasts ont, cela va sans dire, remercié nos hôtes de leur gracieuse réception.

Là se termine cette excursion, dont certainement je n'ai pas réussi à retracer en termes suffisants les intéressants détails. L'Association française pour l'avancement des sciences n'oubliera jamais le touchant accueil qu'elle a reçu à la Grand-Combe, à Bessèges et à Salindres, et elle remercie encore une fois bien sincèrement les Compagnies qui lui ont fait l'honneur de la recevoir.

EXCURSION FINALE DANS L'HÉRAULT

— 5 Septembre 1879. —

Les excursions finales ont commencé le lendemain de la clôture du congrès. Une excursion pour le département de l'Hérault avait été habilement ménagée par M. Simon, directeur de la Compagnie de Graissessac; la nature devait entrer pour beaucoup dans l'agrément des Congressistes ; aussi, bon nombre d'entre eux, et quelques dames, se laissèrent séduire par l'attrait des lieux réputés dans le département : Villeneuvette, Mourèze, Bédarieux, Graissessac et comme dernière étape, une course en dehors des limites de l'Hérault, une visite aux caves de Roquefort, que M. Mialane, l'un des propriétaires de caves les plus importants, avait provoquée lui-même et devait faciliter ; paysages variés, intérêt géologique, foyer important d'industrie auxquels se joignait la magnifique usine des zincs français qui devait se trouver sur le passage et ne manquerait pas d'ouvrir ses portes, tout se réunissait pour amorcer la curiosité; on se trouva donc plein d'entrain à l'heure du rendez-vous; toutefois, hâtons-nous de le dire, tant de motifs et de si légitimes attractions se

sont trouvés, durant l'excursion, merveilleusement primés par un élément d'un autre genre, un agrément d'un autre ordre, plus accessible peut-être à tous, et que les amateurs les plus désintéressés de la belle nature et des merveilles de l'industrie savent apprécier et tenir en bon compte à l'heure présente et dans leurs souvenirs : je veux dire l'extrême bonne grâce de l'accueil qui s'est traduit ici tout le temps, non seulement par une aménité vraiment touchante, mais encore, pour le plus grand honneur de l'Association française, par un luxe d'apprêts, une magnificence de préparatifs, une accumulation de témoignages de haute estime pour l'hôte reçu, un raffinement d'attentions élégantes, une émotion générale à la rencontre et à la réception des représentants de la science et du travail, enfin une vraie transformation de leur passage en un évènement local et une fête pour tous.

A Villeneuvette, le directeur de la fabrique de drap, M. Maistre, avait appelé toute la population ouvrière à participer sur des tables dressées par eux autour de la table maîtresse sous d'élégantes tentures de drap, au milieu d'une prairie, à l'ombre de beaux arbres, au festin splendide offert au Congrès.

A Bédarieux, la municipalité tout entière, entourée des principales notabilités de la ville, souhaitait la bienvenue au Congrès et lui offrait un magnifique repas.

A Graissessac, la direction des mines, escortée de l'orphéon local, se porta au devant du Congrès et après une visite à tous les chantiers sous la conduite et avec les explications si compétentes de MM. les ingénieurs, offrit à ses hôtes un somptueux banquet dans une salle ornée des symboles de l'industrie locale et retentissante, pour le charme du ton, des mélodies de l'orphéon.

Le soir au Bousquet d'Orb, dans la propriété de notre guide, M. Simon, où l'on s'était rendu en chemin de fer, dans un convoi spécial frété par la compagnie, la réception revêtait un caractère nouveau, ou plutôt unissait aux splendeurs de la veille et du matin, un nouvel élément : les charmes de la famille. Mme la Directrice et Mmes Lambert et Mas ses filles, M. et Mme René Simon, MM. Mas et Lambert chez eux, à leur château, dans une cour élégamment disposée, rappelant par les trophées et les panoplies qu'on était encore en terre houillère, réunirent à leur table les congressistes et les ingénieurs des mines qui jouirent tous ensemble des grâces d'une exquise affabilité et des charmes d'une causerie animée par les agréments d'un menu luxueux et alimentée par l'échange des impressions recueillies depuis le jour du départ. Tout le village du Bousquet fut aussi de la fête, et la musique locale après avoir fait entendre aux invités et à la foule réunie sur les parapets de la cour les morceaux qui venaient dans un concours récent de lui valoir des médailles, accompagna des danses qui se prolongèrent fort avant dans la nuit.

La dernière étape, le lendemain à Roquefort, fut une occasion nouvelle pour l'Association de recevoir dans la personne de ses représentants le témoignage non moins flatteur et non moins empressé de l'intelligente compagnie des Caves. Voitures à l'arrivée du train, précautions prises pour que le repos du dimanche ne diminuât en rien l'intérêt de la visite des caves, quelques ouvrières et les principaux appareils en fonctionnement durant notre pré-

sence, exposition des divers procédés par M. le Directeur, enfin banquet où l'art culinaire de l'Aveyron si réputé dans nos régions, s'était plu à accumuler ses meilleurs produits ; rien ne manqua à cette dernière partie de l'excursion.

Inutile de dire que l'Association malheureusement privée de ses membres les plus éminents, à la fin d'un congrès long et laborieux, ne manqua pas au devoir de remercier, comme ils en étaient dignes, ses amphytrions des diverses étapes, qui avaient tous pris un si grand souci de lui marquer avec une si libérale prodigalité, l'estime où ils tenaient les efforts et les résultats déjà obtenus. A M. le directeur de Villeneuvette, tout à la fois chef et père des ouvriers, à M. le maire de Bédarieux qui au nom de sa ville avait si gracieusement salué le Congrès, à la Compagnie de Graissessac dont l'ingénieur en chef avait su tirer avec une humour charmante *de son puits* la vérité, enveloppée pour la circonstance des compliments les plus flatteurs, à M. Simon, le soir au banquet, tout ensemble, à cette place, directeur des mines et père de famille, à Mme Simon et à tous les siens, enfin à la direction des caves de Roquefort, plus d'une bouche exprima des remerciements sincères où dominait la double note de la reconnaissance ressentie et de la satisfaction reçue d'un aussi intelligent et sympathique hommage à la représentation de la science et du travail.

De pareilles manifestations qui honorent autant leurs auteurs que ceux qui en sont les objets demandaient à être mises au premier rang dans le compte-rendu de l'excursion ; ni le temps, ni les dispositions, ni les circonstances ne se prêtent en pareilles conditions à des études techniques et attentives ; l'examen ne peut être long ; il ne veut pas être laborieux ; tout doit s'y produire, s'y montrer spontanément ; aussi, sans la bonne volonté de l'amphytrion ou du guide, de pareilles excursions seraient impossibles, et pourtant que de profit n'en recueille-t-on pas en dépit de la rapidité ! Honneur donc à toutes ces intelligences amies qui consentent pour un instant à dévoiler tous leurs mystères, et à livrer tous les fruits de leurs longues élaborations ! ne nous étonnons pas si le double sentiment dominant dans chacun des Congressistes a été celui de l'admiration et de la reconnaissance.

Quelques mots sur chacune des étapes de l'excursion justifieront amplement l'itinéraire arrêté et les impressions recueillies.

Villeneuvette s'offrait tout d'abord, et comme monument d'une industrie antique dans le pays, et comme centre agricole où se font en ce moment des essais de toutes sortes dans le but de résoudre le problème si difficile et si anxieux d'un remède à opposer aux ravages du phylloxera ; cette réunion sur un même point d'un foyer d'industrie et d'un champ agricole a permis au directeur M. Maistre d'atteindre à des résultats exceptionnels au point de vue de la question ouvrière (1).

A Villeneuvette succédait comme deuxième étape Mourèze, localité connue

(1) Villeneuvette est située à trois kilomètres de Clermont-l'Hérault, la commune appartient en entier à un seul propriétaire, M. Jules Maistre.

Nous donnons ci-après quelques détails historiques sur la manufacture de Villeneuvette, Voir page 1254.

encore d'un trop petit nombre de nos compatriotes, malgré tout ce que le pittoresque de son site étrange présente d'assez original pour lui concilier la faveur des touristes. Il est vrai que sa distance de la route de Bédarieux ou plutôt sa situation en contrebas qui la dérobe de tous les côtés à la vue, était bien faite pour la tenir ignorée jusqu'au jour où le géologue, pour lequel aucun lieu ne doit rester caché, fut venu comme la découvrir. Mourèze tous les jours plus visité, déjà plusieurs fois décrit, et représenté par bien des dessinateurs et en particulier par M. Fabre dans sa publication de *l'Hérault illustré*, devait naturellement trouver sa place dans le programme de M. Simon. Trois heures furent consacrées à contempler ses roches sauvages, aux mille aspects, que les géologues expliquent par la nature de la substance minérale qui les compose, la dolomie, susceptible de s'effriter à l'air et de se réduire en sable, ce qui permet aux agents atmosphériques de la fouiller en vrais sculpteurs, et d'y produire des formes étranges, produisant tout ce que la notion de ruine rappelle à l'esprit de sauvagerie, de grandeur, et aussi ce qu'elle lui suggère de mélancolie.

Nous relisons à la hâte la notice de M. Fabre où l'on trouve une description plus détaillée, et nous reprenons les voitures mises gracieusement à notre disposition par M. Maistre pour nous rendre à Bédarieux.

Le ciel, jusque-là radieux, sembla bientôt vouloir nous soustraire aux douceurs un peu uniformes d'un voyage éclairé d'un soleil trop fidèle ; les nuages s'amoncelèrent, un éclair brilla, avant-coureur d'un orage qui devenait chaque moment plus menaçant, et ne contribuait pas peu à ralentir l'entrain d'une causerie fort animée dans une vaste voiture hospitalière où voyageurs des deux sexes échangeaient leurs impressions sur la route parcourue. Les grondements du tonnerre, les rafales de la pluie réussirent bientôt à assombrir certaines humeurs, à altérer même certaines physionomies qui devinrent en butte aux traits de malignes mais inoffensives réflexions.

Ce fut au milieu d'une vraie scène de déluge que nous arrivâmes à Bédarieux ; nous fûmes reçus dans une salle de l'hôtel du Nord dont l'hôtesse se plut, par son bon accueil, à conjurer nos infortunes, tout en nous déclarant, à son grand regret, que toutes ses chambres se trouvaient occupées; mais la municipalité de Bédarieux veillait sur nous, et après quelques moments, nous étions chacun chez un habitant dont la bonne grâce suffit à réhabiliter complètement Bédarieux qui aurait bien pu souffrir dans notre souvenir des mauvaises conditions où nous l'avions abordé; le dîner municipal reconforta tous les courages, et le soir, nous assistâmes, tout refaits, à une très intéressante conférence que l'un des nôtres, M. Vialla, président de la Société d'agriculture de l'Hérault, voulut bien faire aux Bédarritiens sur le phylloxera et les vignes américaines. Les applaudissements que la netteté et la compétence de son exposition reçurent des auditeurs furent tout ensemble, pour l'orateur et pour l'Association française elle-même qu'il représentait si bien, le témoignage d'un bon service rendu à des compatriotes.

De Bédarieux le lendemain matin à 5 heures on se rend à Graissessac sous la conduite de M. Simon, administrateur délégué de la Compagnie des Mines.

Le trajet en chemin de fer est de 20 minutes, on remonte la jolie vallée de

l'Orb jusqu'à la station de Latour (6 kil.) où l'on abandonne la ligne de Montpellier à Rodez pour suivre l'embranchement de Graissessac (4 kil.) qui s'ouvre dans la direction du Nord, et aboutit après avoir franchi le viaduc de Boussagues et trois tunnels successifs, dans celle beaucoup plus étroite mais non moins pittoresque de Graissessac. (*Altitude moyenne 340 m.*)

Reçus à leur descente de wagon par le Directeur et les Ingénieurs de l'exploitation, les membres de l'Association, dont le temps est compté, sont conduits directement vers le haut de la vallée, à la galerie du Grand-Champ où les attend l'inauguration d'un service de locomotive à air comprimé pour la traction intérieure.

On passe sans s'arrêter devant les principales installations extérieures, quais d'embarquement, magasins et ateliers, bureau de la direction, Mines Joséphine et Saint-Joseph; et l'on arrive peu après sur le terrier de Sainte-Barbe qui se trouve au centre de l'exploitation.

C'est en ce point que sont établies les machines à comprimer l'air, les accumulateurs et engins de chargement des locomotives, mis successivement en marche devant les membres de l'Association. On a pu voir fonctionner à l'Exposition universelle, ces locomotives (*système Mekarski*). On espère retirer de leur service tous les avantages que donnent les locomotives à vapeur, dont l'emploi n'est pas possible dans la plupart des mines et surtout dans les mines à grisou.

Quelques membres, au nombre desquels nous devons mentionner de courageuses dames, s'arment bravement de lampes Mueseler, et entrent assez avant dans la mine du Grand-Champ; d'autres, voulant ajouter à leur visite de mine l'attrait d'une descente dans des cages sont accompagnés au puits Sainte-Barbe, dont on leur montre les chantiers les plus rapprochés.

Revenu au jour, notre petit groupe atteignait 500 mètres plus loin le pied des plans inclinés automoteurs qui amènent les charbons extraits des mines supérieures, traversait ensuite sur la rive gauche le village de Graissessac proprement dit, et revenant par les quartiers élevés où se trouvent les maisons d'ouvriers, les écoles, l'hospice et l'économat, sur le terrier Sainte-Barbe pour visiter en détail les installations extérieures du puits, machine d'extraction, ventilateur Guibal, lampisterie, etc.

Après quelques minutes de repos, on se dirige par la voie ferrée qui relie toutes les mines de la vallée vers les ateliers de la gare dont on n'a pu prendre encore qu'une rapide vue d'ensemble.

Ce petit chemin de fer dont l'origine se trouve aux plans inclinés visités tout à l'heure (longueur totale 1,800 m.) perce en tunnel un pli de la rive gauche qui sépare les emplacements de Sainte-Barbe des établissements voisins; il dessert ensuite la mine Saint-Joseph par laquelle arrivent aussi les charbons de la vallée de Camplong (vallée parallèle à celle de Graissessac à 1,500 m. à l'est) et vient déboucher 400 mètres plus loin en tête de la gare d'expédition et à 30 mètres au-dessus.

Cette différence de niveau a permis d'étager les uns au-dessus des autres et dans l'ordre voulu les divers ateliers de préparation mécanique dans lesquels les charbons descendent successivement par leur propre poids. L'économie de

cette disposition n'est pas sans importance quand il s'agit de manipulations répétées sur de grandes masses d'un produit, dont la valeur vénale est si petite.

Au premier étage sont établis les cribles mécaniques sur lesquels les charbons sont culbutés, triés et classés suivant leur destination; de ce point les uns descendent directement sur les quais d'expédition, les autres arrivent par couloirs aux ateliers de lavage établis parallèlement sur la plate-forme immédiatement inférieure. Plus bas enfin sont disposés les bassins de dépôt des houilles lavées et les fours à coke.

Vis-à-vis les fours et de l'autre côté du ruisseau voûté en plusieurs endroits, se trouvent les ateliers de construction et de réparation du matériel et des machines, les bassins-réservoirs de brais, enfin les machines à agglomérer les charbons dont les chaînes sans fin versent les produits, directement, dans les grands wagons du chemin de fer.

Les membres de l'excursion peuvent suivre successivement ces diverses opérations, la carbonisation dans les fours Appolt, et la fabrication des agglomérés dans les machines de divers types qui les débitent sous forme de briquettes de 1 kil. 1/2, 5 et 10 kil.

Un train spécial offert par la Compagnie des mines, nous emporte vers le Bousquet d'Orb, siège important de son exploitation. La marche de ce train est calculée de façon à nous permettre de visiter avant d'y arriver les usines de la Société des Zincs français.

Nous regagnons Latour, la ligne de Rodez et descendons, quelques minutes après, devant cet important établissement.

M. Rémont, directeur, accompagné de ses ingénieurs et chefs de fabrication nous reçoit au seuil de l'usine et nous montre successivement:

Les approvisionnements de minerais (blendes et calamines) des divers gisements du Gard, de l'Hérault (Saint-Laurent-le-Minier) et de Sardaigne, la fabrication des moufles et les laboratoires d'analyse, enfin, la réduction, la coulée du métal et le laminage en feuilles.

Un lunch très gracieusement offert sous les halles enguirlandées de l'usine vient clore cette intéressante visite.

Le château de la verrerie du Bousquet d'Orb, où nous attend la réception de M. Simon est à un petit kilomètre de là; à peine engagés sur la route, nous sommes salués par la musique des mineurs et ouvriers verriers du Bousquet, venus bannière en tête à notre rencontre.

A partir de ce moment ce n'est plus le congrès, ce n'est plus l'association, c'est une grande famille qui se constitue et s'unit sous une grande et fraternelle présidence, celle non plus du directeur des mines, mais du *pater familias* distribuant les siens au milieu des membres nouveaux venus de tous les points de l'horizon, et rompant avec eux le pain très blanc et très succulent de la vraie fraternité; l'habitant du Bousquet d'Orb, comme celui de Bédarieux, abrite sous son toit, la nuit, les nouveaux hôtes qui allaient y chercher, dans un sommeil attardé, les forces nécessaires pour le lendemain.

Ce devait être la dernière étape, celle des caves de Roquefort; nous l'avons dit déjà, ce furent mêmes honneurs et mêmes acclamations, sous un ciel bien

nouveau et au foyer d'une industrie bien spéciale ; nous voulons dire que le site de Roquefort contraste singulièrement avec celui de Bousquet et que les fromages qu'on y fabrique sont un produit universel comme rayonnement, mais singulièrement localisé comme centre de fabrication.

L'heure de midi et demie devait nous arracher à Roquefort ; les curiosités naturelles de la région, les rochers fissurés, si merveilleusement disposés pour la circulation intérieure de l'air et le maintien d'une température basse au fond des caves, les éboulements, les entassements de décombres ajoutant encore à des conditions si favorables auraient mérité un examen plus long que celui auquel nous pûmes nous livrer en gravissant rapidement la roche en surplomb qui domine la vallée ; les provisions accumulées pour la réception et la bonne grâce de MM. les propriétaires nous eussent garanti une deuxième partie de la journée bien intéressante et bien remplie ; mais les projets de départ étaient faits et la limite posée à tant d'agréments inexorable. Nous prenons donc congé de la Compagnie en l'assurant d'un bon et durable souvenir ; nous remontons en voiture, et le chemin de fer de la station voisine nous emporte vers Bédarieux. Nous traversons la station du Bousquet d'Orb ; nos hôtes de la veille se retrouvent à la portière les mains pleines de fruits et de boissons pour nous saluer et nous réconforter à notre passage ; nouveaux soins, nouvelles prévenances, nouveaux remerciements, nouvelle expression de bonnes sympathies.

Le train nous emporte vers Bédarieux ; en route, une partie des nôtres imagine un impromptu à Lamalon. On profite du télégraphe, on prévient le docteur Belugou qui s'est trouvé (merveille de l'électricité et de la bonne volonté !) à point nommé à l'arrivée et a fait aux congressistes insatiables les honneurs de la vallée des Bains et même de Colombières et des abords du Caroux. Les plus modérés avaient regagné Montpellier le soir même, et le lendemain on se retrouvait tous, bénissant une fois de plus les avantages immenses de l'association en général et ceux de l'Association française pour l'avancement des sciences en particulier.

NOTES COMPLÉMENTAIRES

SUR QUELQUES ÉTABLISSEMENTS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELS.

USINE FAULQUIER CADET ET Cie

Route du Pont-Juvénal à Montpellier.

L'usine de Villodève, appartenant à MM. Faulquier Cadet et Cie, est une des plus considérables de France.

Son étendue, ses aménagements, son outillage qui présentent le résumé de tous les perfectionnements modernes, la placent au premier rang parmi les fabriques de produits stéariques et les savonneries.

Quelques chiffres donneront une idée de l'importance de Villodève.

L'usine consomme annuellement 4,000,000 de kilogrammes de charbon. Elle occupe 300 ouvriers. Dans ce chiffre ne sont pas compris les employés de l'administration et des bureaux.

Ses puissants appareils peuvent travailler 18,000 kilogrammes de suif et produire 16,000 paquets de bougies et 15,000 kilogrammes de savon par jour. Tous ces produits sont obtenus exclusivement par la saponification calcaire. Au début, le suif était traité à vase ouvert ; mais depuis 1867, cette saponification se fait dans des autoclaves. En 1876, l'autoclave primitif en fer a fait place à des autoclaves en cuivre qui réalisent tous les progrès faits dans ces derniers temps.

L'usine possède neuf générateurs, produisant ensemble une force de 400 chevaux-vapeur. Deux machines, l'une horizontale, l'autre verticale, distribuent le mouvement dans tous les ateliers.

A côté de la production annuelle en bougies, qui peut se chiffrer par 4,000,000 de paquets, et de celle du savon, représentée par environ 4 millions et demi de kilogr., la glycérine, dont l'emploi s'est tant généralisé dans ces dernières années, figure pour 300,000 kilogrammes environ.

Villodève a aussi un atelier spécial pour la blanchisserie des cires et la ciergerie. Cet atelier travaille annuellement 40,000 kilogrammes de cire et produit environ 50,000 kilogrammes de cierges divers.

L'usine possède un atelier de construction et de réparation dans lequel se répare et se crée même une grande partie de l'outillage.

Une menuiserie, un atelier de caissage, une tonnellerie, un atelier de charronnage, un laboratoire de chimie, des magasins généraux, complètent les services nécessaires à la marche de l'industrie.

Les principaux débouchés des produits de la fabrication sont : le Midi de la France, l'Espagne, l'Italie, l'Algérie, le Maroc, l'Egypte et la Roumanie.

La maison a obtenu dans toutes les Expositions les plus hautes récompenses.

A Paris, en 1878, elle a été mise hors concours : l'un de ses membres faisait partie du Jury international de l'Exposition.

VISITE DE L'ÉCOLE D'AGRICULTURE DE MONTPELLIER.

Dans sa session de 1878, à Paris, l'Association française pour l'avancement des sciences avait consacré une journée à la visite de l'Ecole nationale d'agriculture de Grignon (Seine-et-Oise). En prenant congé de ses membres, à la fin d'une excursion bien remplie, M. Porlier, représentant le Ministre de l'agriculture, leur donnait alors rendez-vous à Montpellier pour l'année suivante. Le conseil d'administration de l'Association n'a pas oublié l'invitation qui lui était adressée et, dans le programme de ses travaux, il a réservé une demi-journée à la nouvelle Ecole d'agriculture du Midi. M. C. Saint-Pierre, son sympathique directeur, a tenu à recevoir dignement ses hôtes. Ce n'est pas trop faire que d'en évaluer le nombre à mille personnes; et chacun a pu se rendre compte de l'organisation et des ressources d'une institution qui est maintenant en plein fonctionnement.

L'Ecole d'agriculture de Montpellier n'est distante de la ville que de deux kilomètres environ. Sa situation assure à son personnel et à ses élèves tous les avantages que comporte la proximité d'un centre universitaire d'une réputation indiscutée.

A leur arrivée, les membres de l'Association française sont introduits dans la cour d'honneur pavoisée pour la circonstance; sous la conduite du corps enseignant commence immédiatement une visite générale. En quelques instants ils parcourent successivement l'amphithéâtre et les salles d'études, la bibliothèque riche de 8,000 volumes, les collections momentanément ornées de 60 aquarelles de M. J.-B. Laurens représentant des arbres du Midi; les dortoirs dans lesquels chaque élève dispose d'une cellule particulière, le réfectoire, etc., etc.

A peine ont-ils terminé cette course rapide qu'un appel les invite à se diviser en groupes distincts, selon leurs goûts et leurs préférences, d'après un programme arrêté à l'avance, pour suivre et observer plus spécialement un ordre de chose ou un autre. De l'ensemble on passe aux détails, en laissant à chacun le soin de choisir ceux qui l'intéressent plus directement.

1er GROUPE. *Economie rurale.*— La science de l'*Economie rurale* n'a pas de matériel d'enseignement. Elle s'appuie dans ses déductions sur l'étude des exploitations agricoles et sur le dépouillement des documents de toute sorte, anciens et nouveaux, publics et privés, qui concernent les faits commerciaux, statistiques et agricoles. Son champs d'expérience n'est autre que le territoire entier de la région et du pays. M. CONVERT en montre l'importance, en insistant sur ses méthodes.

D'un autre côté M. CHABANEIX explique les faits essentiels qui ressortent de la carte murale de la région de l'olivier qu'il a dressée d'après les feuilles de l'état-major et sur les renseignements qui lui ont été fournis par MM. les professeurs. Le relief du terrain est parfaitement représenté; la limite de la culture de l'olivier révèle des particularités curieuses et peu connues.

M. Chabaneix s'occupe, à l'école, des travaux d'irrigation. Son appareil pour mesurer le débit des sources est fort entouré. On s'arrête surtout devant l'agencement qu'il a imaginé pour l'utilisation des plus petits filets d'eau et des eaux ménagères trop souvent perdues. L'expérience qu'il a entreprise est d'ailleurs concluante. Au lieu de chercher à évacuer les eaux d'égout, il a eu l'heureuse idée de les recueillir dans une citerne qu'un siphon vide, automatiquement, dès qu'elle est remplie. Un compteur donne à chaque instant le volume d'eau écoulée ; son emploi intermittent, par masse assez considérable pour être bien dirigée ne présente aucune difficulté. Les

résultats témoignent de l'efficacité du procédé. Sur une petite prairie expérimentale, on a récolté l'équivalent de 13,000 kilogrammes de foin sec à l'hectare.

2e GROUPE. *Culture générale, culture du domaine et emploi des insecticides contre le phylloxera.* — M. QUERCY conduit ses auditeurs dans les diverses parties du domaine, les arrêtant aux cultures arbustives de mûriers et d'oliviers, aux champs d'expériences qu'occupent les principales plantes cultivées, leur montrant des essais d'ensilage du maïs, une installation de plate-forme à fumier.

Les vignes traitées par les insecticides fixent particulièrement l'attention. Leur aspect n'est guère encourageant. Si on a pu retarder la ruine des vignobles à l'aide de traitements coûteux on n'a pas pu parvenir à les reconstituer. Les principaux systèmes essayés ont été et sont encore : le sulfocarbonate de potasse, dont l'application a été dirigée par M. Mouillefert depuis 1876; — le sulfure de potassium, selon les indications de la Cie P.-L.-M., depuis 1878; — le procédé Rousselier, depuis 1876, avec les sulfocarbonates, la sulfoléine et le sulfure de carbone ; — le procédé Cauvy : par le sulfocarbonate de calcium, depuis 1876 ; — le procédé Dauvis ; — la submersion (incomplète), etc.

3e GROUPE. *Zoologie et zootechnie.* — M. TAYON dispose, pour son enseignement, d'une salle de dissection et d'un laboratoire de physiologie expérimentale.— Le bétail de la ferme lui donne les éléments de ses leçons pratiques. Il se compose de vaches laitières installées dans une étable dont on remarque les bonnes dispositions, et d'animaux d'espèce ovine de diverses races parmi lesquelles la plus large place est accordée à celles de la région. C'est ainsi que les agronomes du Nord ont l'occasion d'étudier, avec lui, de beaux types des races larzac, caussinarde, barbarine et africaine. — Le cours de zootechnie possède encore des collections précieuses. Les visiteurs remarquent les moulages de types d'animaux de l'espèce bovine, très heureusement réussis, de M. de Lapparent, inspecteur de l'agriculture ; ils s'assurent des sympathies que rencontre partout l'Ecole en voyant les pièces d'anatomie normale et pathologique qui lui ont été offertes par M. Pourquier, ainsi que la belle collection d'œufs de M. Frédéric Cazalis et la riche collection de coquilles terrestres et fluviales de M. Dubreuil.

4e GROUPE. *Génie rural.* — M. JEANNENOT guide ce groupe sous le vaste hangar qui sert de machinerie. La moissonneuse-herse Mac-Cormick se détache des instruments voisins comme un des plus curieux et des plus nouveaux. On apprend qu'on l'a essayée cette année même aux environs de Montpellier avec un succès complet. — Les collections du génie rural comprennent tous les appareils désirables d'arpentage et de nivellement, mais on ne fait qu'y passer pour avoir le temps de voir fonctionner le dynamomètre puissant dont l'administration a récemment doté l'Ecole, à la demande de la Société centrale d'agriculture de l'Hérault. Ce dynamomètre est assez fort pour résister aux tractions que nécessitent les labours les plus énergiques ; sa force est de 2,000 kilogrammes. Son emploi permettra de contrôler le tirage que nécessitent les engins les plus lourds ; c'est toute une série de recherches absolument nouvelles à entreprendre.

5e GROUPE. *Sylviculture et botanique.* — M. DURAND n'avait d'autre matériel de démonstration, à l'origine de l'École, que celui qui provenait de l'ancien établissement de la Saulsaie. Depuis 1872, ses collections se sont enrichies de modèles réduits d'instruments forestiers provenant de l'Institut de Hohenheim ; — de nombreux échantillons de bois de toutes les parties du monde ; — d'une série complète de pins maritimes gemmés de différents âges, envoyés des Landes par M. du Peyrat, inspecteur général de l'Agriculture, qui en a fait don à l'École : — d'échantillons de lièges de différentes provenances levés sans croûte ni crevasses par le procédé de M. Can-

grand-Mothes; — de produits de l'Industrie forestière de Sauve (Gard), de Perpignan, de la Lozère, de Saint-Pons et de Saint-Gervais (Hérault), etc., etc.

L'herbier de l'Ecole est fort riche; il a été considérablement augmenté par les libéralités du professeur actuel qui a fait don de la collection de plantes de M. Perris qui contient 1,000 types.

Les plantations se créent moins vite que les collections. Le jardin botanique renferme cependant 1,200 espèces indigènes, choisies de préférence parmi celles qui appartiennent à la région de l'olivier. Le jardin dendrologique compte 700 essences qui peuvent être cultivées en pleine terre sous le climat de Montpellier. L'Ecole vient enfin de tenter, tout récemment, sur des terrasses bien exposées, la culture de plantes de l'extrême Midi et de l'Algérie : orangers, palmiers, eucalyptus, chamœrops, dracœna, cycas, etc.

Tandis que les forestiers suivent M. Durand, les jardiniers et les maraîchers parcourent avec M. Berne les jardins de l'Ecole. Ses contre-espaliers sont pleins de vigueur et promettent de former bientôt un beau jardin fruitier.

6e groupe. *Sciences physiques, station agronomique et œnologique.* — M. Audoynaud s'occupe surtout de l'analyse des sols et des engrais. Il décrit, devant ses auditeurs, en joignant l'exemple à la parole, le système qu'il a imaginé pour simplifier la lévigation des terres. Son appareil est d'une extrémité simplicité, il n'occupe qu'une place minime. Ce qui doit le recommander à l'attention des chimistes, c'est qu'il permet d'opérer sur de petits échantillons sans exiger l'évaporation de grands volumes d'eau. — En dehors de son laboratoire, M. Audoynaud a créé avec M. Chabaneix, un jardin météorologique qui comprend un observatoire relié au réseau de l'Ouest-Méditerranéen. On y suit non-seulement les variations atmosphériques, consignées régulièrement, depuis 1872, dans le *Bulletin météorologique de l'Hérault*, mais aussi les diverses phases de la vie des plantes. Les visiteurs y trouvent des thermomètres, un baromètre, une girouette, un miroir orienté pour l'étude des vents, des pluviomètres à diverses hauteurs, un évaporomètre, un psychromètre, un ozonomètre, un actinomètre Arago, etc. On y fait des observations comparatives sur l'air et le sol à des profondeurs différentes, ainsi que des cultures dans des cases de végétation.

Le laboratoire d'œnologie ne cesse d'être comble. MM. Saint-Pierre et Saint-André y ont réuni près de 200 échantillons de vins américains, rouges ou blancs, secs ou doux, vinés ou abandonnés à eux-mêmes, plâtrés ou acidifiés et préparés presque tous à l'Ecole. Les nombreux dégustateurs saisissent l'occasion qui se présente si heureusement pour apprécier ce goût *(foxé)* qui caractérise les produits des vignes des Etats-Unis. Plusieurs semblent surpris de voir que ce défaut n'est pas général. Le vin de Jacquez fait tomber bien des préventions. Les simples consommateurs trouvent, pour la plupart, qu'il manque de bouquet et de finesse, mais les commerçants, qui savent que les vins communs sont les plus demandés et les plus utiles pour les besoins généraux, sont unanimes à reconnaître son goût franc, sa force alcoolique et sa coloration extrême. Des tubes scellés montrent en effet que le vin de Jacquez additionné de 90 pour cent d'eau, est encore plus coloré que celui d'Aramon obtenu dans le même terrain. Sa richesse alcoolique est d'ailleurs de 12 à 14 degrés, tandis que celle de l'Aramon n'est que de 7 à 8.

La collection de technologie s'est rapidement augmentée par les soins de M. Saint-Pierre. Tous les industriels de la région y ont apporté leur tribut. Les instruments d'œnologie y sont nombreux; des modèles de foudres et de vases vinaires décorent gracieusement le sommet des vitrines; ils semblent, a-t-on dit, attendre le retour de la prospérité passée.

7e groupe. *Station séricicole.* — La station séricicole, créée en 1874, est une

annexe de l'Ecole d'agriculture, on s'occupe, dans cet établissement important, de faire chaque année :

1° Des éducations normales au printemps, en vue du grainage, dans une magnanerie isolée ;

2° Des éducations expérimentales relatives aux maladies des vers, dans les locaux de la station ;

3° Des essais précoces avec les feuilles que produit une serre à mûriers chauffée par un thermosyphon.

M. Maillot, qui dirige la station depuis sa fondation, est chargé de l'enseignement de la sériciculture à l'Ecole d'agriculture. Ses leçons sont complétées par des applications pratiques consacrées en grande partie à des travaux micrographiques. La région entière est appelée en outre à profiter de ses conseils qu'il donne, sous forme de conférences, dans les principales villes du Midi. De nombreuses publications assurent enfin le succès de l'œuvre de vulgarisation qui s'imposait, à ses débuts, à la station séricicole. La plus importante et la plus récente consiste dans la réédition du traité classique du célèbre savant bolonais Malpighi, que M. Maillot a accompagnée d'une traduction et d'une préface qui ajoutent au prix et à l'utilité de l'ouvrage.

La station séricicole n'a pas seulement pour but de perfectionner l'instruction technique des éducateurs ; elle poursuit également des travaux originaux. Les sériciculteurs expérimentés qui la visitent y trouvent réunis tous les éléments d'étude désirables. La salle de micrographie est vaste et bien éclairée. M. Maillot s'est entouré des principaux instruments qui ont été recommandés dans les magnaneries. Son installation de chimie, de physique est suffisante. Il a sous sa main une bibliothèque spéciale de 300 volumes.

Le directeur de la station demeurait autrefois à Montpellier ; il lui était fort difficile de surveiller dans tous les détails les diverses opérations des services qui fonctionnaient en tous temps. Pour remédier à cet inconvénient on a construit, à son intention, un fort joli chalet que des avertisseurs électriques tiennent en communication constante avec les appartements dans lesquels marchent les éducations. Il n'y a plus de négligence à craindre sous ce rapport.

8e groupe. *Entomologie.* — L'étude des insectes est confiée à M. Valery-Mayet, qui a créé, en 1878, un laboratoire d'entomologie. Ses recherches sont dirigées surtout dans l'intérêt de la culture. Le phylloxéra, en particulier, y est observé sous toutes ses faces. Les expériences auxquelles il est soumis provoquent de nombreuses demandes de renseignements de la part des assistants. Si ce terrible ravageur est connu de tout le monde dans les départements du Midi, on ne sait guère que son nom dans le reste de la France. On veut le voir sous ses différentes formes et elles sont nombreuses. M. Valery-Mayet en présente des types vivants, sur les racines qu'ils attaquent, et des individus isolés sous le champ du microscope.

Les savants qui s'occupent d'entomologie s'arrêtent surtout devant la collection Perris que l'École a récemment achetée. Elle ne renferme pas moins de 10,000 espèces d'insectes européens représentés par 100,000 individus ; 2,000 larves sont conservées dans des tubes remplis d'alcool ; 350 échantillons de bois attaqués par les insectes xylophages facilitent les études d'entomologie forestière. Des manuscrits et des dessins originaux de l'auteur en augmentent encore la valeur.

M. Valery-Mayet a commencé une collection spéciale à la région dont le rapide accroissement promet beaucoup.

9e groupe. *Station viticole.* — Ce dernier groupe est le plus suivi ; c'est qu'il n'y a pas en ce moment de questions plus sérieuses pour la région que celles que soulève la destruction des vignobles. MM. Foex, Bréheret et Sabatier restent constamment

à la disposition de leurs nombreux visiteurs devant lesquels ils exposent les travaux qui les occupent.

Sous leur conduite les membres de l'Association parcourent successivement :

1° L'école de multiplication où sont faits des essais sur le semis, le bouturage, le provignage et la greffe de la vigne; avec ses instruments météorologiques et ses appareils avertisseurs;

2° L'école de taille mettant en parallèle les méthodes du midi, du centre, de l'est et du sud-ouest;

3° La collection de 250 espèces ou variétés de vignes américaines que l'on conservera franc de pied, si faire se peut, et auxquelles on joindra l'ensemble de nos cépages français dont on assurera l'existence en leur fournissant des racines américaines bien choisies;

4° Les plantations en grande culture de vignes américaines, celles d'Herbemont notamment dont on admire la vigueur;

5° Le laboratoire où sont réunis d'excellents instruments de travail : microtome rotatif de M. Monnier, pantographe, microscopes, loupes montées, cellules transparentes, séchoir, etc.;

6° L'atelier de photographie dont M. Izard tire un excellent parti, soit qu'il fasse de la photographie microscopique, soit qu'il exécute de grandioses amplifications.

On entre ensuite dans une salle spéciale où M. Foëx soumet aux yeux des assistants des projections de coupes de racines de vignes à l'aide d'une lanterne éclairée par la lumière solaire. Il complète ainsi la communication dont il a fait part en substance, à la section d'agronomie, sur la structure des racines de vignes américaines et les causes de leur résistance.

M. Foëx fait aussi passer devant les auditeurs une collection de modèles de pepins grossis à 10/1 de diamètre qui permettent de distinguer nettement les différences caractéristiques que présentent entre elles les graines des différentes variétés de vignes. Le professeur a dû se faire sculpteur, mouleur et peintre.

L'empressement des membres de l'Association française à étudier avec autant de soin que le temps leur permet, les travaux de la station viticole témoigne de la sympathie que provoquent, dans toute la France, les souffrances de l'agriculture méridionale.

L'heure s'avance rapidement mais les divers groupes de visiteurs ne se séparent qu'aux sons de l'excellente musique du 2e régiment du génie qui invite les membres de l'Association française à se réunir sur la terrasse de la Direction où un lunch a été préparé à leur intention. Mme Saint-Pierre fait les honneurs de la réception avec une grâce parfaite. On prend volontiers un instant de repos après une course dans les champs et les laboratoires que la chaleur accablante a rendue réellement fatigante. Le champagne arrive à temps et, en remerciant la Direction de ses délicates attentions, on rassemble ses idées pour échanger ses observations et compléter ses impressions. Le personnel de l'Ecole reçoit de nombreuses félicitations : l'installation de ses divers services a frappé tout le monde. Les éléments de travail abondent dans l'établissement. De nombreuses ressources y facilitent l'enseignement; les recherches nouvelles seront abordées dans les meilleures conditions de succès. A côté des études générales qui peuvent être entreprises partout, le climat de Montpellier et ses relations de toute nature en indiquent de spéciales qui ne peuvent être poursuivies nulle autre part. L'Ecole d'agriculture est donc appelée à rendre de grands services. En même temps qu'elle formera des élèves qui seront de précieuses recrues pour l'agriculture méridionale, elle élucidera des questions scientifiques dont la solution a une importance capitale pour le Midi. C'est, d'un avis général, le double rôle que lui imposent

sa situation et son organisation. C'est celui que n'oubliera pas l'administration en présence d'un but aussi utile, car elle ne voudra pas perdre en partie le fruit de ses premiers et intelligents sacrifices. L'Ecole d'agriculture continuera à améliorer son organisation. Ses rapides transformations sont le gage du soin qu'elle aura de se maintenir au niveau des exigences, heureusement toujours croissantes, de la science moderne.

Les conversations s'arrêtent quand M. Saint-Pierre porte le toast suivant :

« Messieurs,

» Je vous propose de boire à l'Association française.

» Permettez-moi, Messieurs, vous qui portez si haut le drapeau du progrès véritable, de vous remercier de l'honneur que vous faites à l'établissement scientifique le plus nouvellement créé de notre cité. Cette visite est, pour nos travaux, un bien précieux encouragement.

» Veuillez croire combien le corps enseignant de l'Ecole d'agriculture est sensible à ces marques de sympathie que lui donnent aujourd'hui les représentants les plus autorisés de la science et les maîtres éminents de l'Université à la tête desquels je suis heureux de saluer, dans la personne de M. Bardoux, votre honorable président, un ami si dévoué de la science et des lettres.

» Buvons à M. le Président et à MM. les Membres du Congrès de l'Association française. »

M. Bardoux répond :

« Le Congrès eût désiré, au moins pour ce soir, avoir pour président un agronome, afin de répondre avec compétence au toast que vient de lui porter M. le Directeur de l'Ecole d'agriculture. Mais si je ne puis pas dire tout le bien que méritent l'administrateur et les professeurs de cet établissement modèle, je puis, au moins, constater que l'installation, les collections et tout l'outillage scientifique répondent aux besoins de la science agronomique moderne.

» C'est à l'intelligence et au zèle de M. Camille Saint-Pierre que cette école doit son succès incontesté. Il y a mis toute son énergie. Aujourd'hui on peut espérer que, grâce à sa situation, cette maison recevra non seulement tous les élèves du Midi, mais aussi, avec une hospitalité toute française, les étudiants d'Italie et d'Espagne. Les sacrifices faits depuis six ans n'auront donc point été stériles.

» Au nom du Congrès, j'ai l'honneur de vous proposer un toast à la prospérité de l'Ecole d'agriculture. »

M. Saint-Pierre reprend la parole :

« Monsieur le président,

» Je ne saurais accepter tant d'éloges ; permettez-moi d'en rendre la plus grande part à mes dévoués collaborateurs.

» N'oublions pas surtout que nos vœux, nos efforts, nos travaux, ont été soutenus et encouragés par l'administration de l'Agriculture. C'est un devoir pour moi de rappeler toute la reconnaissance que cette Ecole doit à M. le Ministre.

» Je vous propose, Messieurs, un toast à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce. »

LE PORT DE CETTE

Le port de Cette date de 1666 : son plan, dressé par Vauban, s'exécuta d'abord sous la direction de Riquet, puis sous celle du chevalier de Clerville. Pour le construire, il avait suffi de canaliser et d'abriter des vents du large le *Grau de Cette*, une des ouvertures par lesquelles l'étang de Thau, sorte de petite mer intérieure, communique avec la Méditerranée.

Actuellement le port de Cette comprend une *rade*, dans laquelle on trouve une profondeur d'eau normale de 7 mètres et qu'abrite un brise-lames curviligne de 600 mètres de longueur ; un *avant-port* d'une superficie de 11 hectares ; l'*ancien bassin*, à l'ouest, de 6 hectares avec une profondeur normale de 5m,50 ; un *chenal de* 450 mètres de longueur sur 55 mètres de largeur moyenne, faisant suite à l'ancien bassin ; le *nouveau bassin*, au nord de l'avant port, superficie de 7 hectares, profondeur de 5 mètres ; le *nouveau canal maritime* de 525 mètres de longueur sur 72 de largeur qui fait communiquer le nouveau bassin avec la darse de la Peyrade ; et enfin le *Canal maritime prolongé* de 400 mètres de longueur sur 100 de largeur qui aboutit au *Canal latéral à la gare du Midi*. Depuis le commencement du siècle, l'Empire consacra un million à l'amélioration du port de Cette et la Restauration trois millions pour la construction de jetées et de brise-lames. Le gouvernement de Louis-Philippe affecta à divers travaux plus de huit millions, et le second Empire quatre millions cinq cent mille francs. Actuellement un crédit de huit millions est ouvert et l'on projette des travaux pour plus de 20 millions.

Le trafic de Cette s'élève annuellement à 1,200,000 tonnes et il n'est pas douteux qu'il ne doive augmenter et que l'avenir réservé à ce port ne soit considérable.

FABRIQUE DE VERMOUTH DE MM. NOILLY-PRAT ET Cie A CETTE.

Fondée à Lyon en 1800, dans de modestes proportions, par M. Louis-Antoine-Marie Noilly, notre père et grand'père, notre maison de commerce s'occupait à cette époque presque exclusivement de la fabrication des liqueurs ; ses affaires s'étant étendues, M. Louis Noilly créa en 1843, avec le concours de M. Claudius Prat, son gendre, la maison de Marseille, qui, sous l'impulsion intelligente de ses deux fondateurs, prit un essor si rapide, qu'elle ne tarda pas à dépasser comme importance d'affaires, la maison mère de Lyon.

L'importance annuelle de notre fabrication se résume dans les chiffres suivants :

10.000.000 litres de vermouth.
500.000 litres d'extrait d'absinthe
200.000 litres de liqueurs.

C'est sur le vermouth que s'est principalement porté le développement de notre fabrication

Le vermouth, dont la consommation augmente toutes les années, constitue une bois-

son essentiellement hygiénique, dans laquelle il n'entre absolument aucun principe nuisible à la santé.

C'est une boisson tonique qui est de plus en plus appréciée surtout dans les pays chauds.

Son emploi se généralise sur tous les points du globe et se substitue à d'autres boissons n'offrant pas les mêmes avantages.

Sa base est le vin blanc, dans lequel on fait infuser à froid des fleurs et des plantes aromatiques salutaires qui lui communiquent le bouquet qui caractérise cette boisson.

Les procédés de fabrication varient évidemment chez tous les préparateurs de vermouth, chacun d'eux met en œuvre des vins de qualités diverses et si les plantes qu'ils emploient en infusion sont toujours à peu près de même nature, il n'en est pas de même pour la proportion dans laquelle elles sont mélangées.

La faveur qui s'est attachée à notre produit provient uniquement de la supériorité et de la vieillesse des vins que nous employons, des soins spéciaux qu'ils reçoivent dans nos entrepôts avant d'être mis en fabrication, du choix scrupuleux des fleurs et des plantes et de la minutie qui préside à leur dosage. C'est grâce à toutes ces précautions dont nous ne nous écartons jamais, que nous pouvons arriver à livrer à la consommation un vermouth d'une excellente qualité, toujours uniforme et à trouver le débouché des dix millions de litres que nous fabriquons.

L'ensemble de notre exploitation comporte cinq établissements distincts :

Marseille (siège principal de notre Société), Lyon, Bordeaux, Cette, Marseillan (Hérault).

Ces établissements sont outillés dans leur ensemble, pour recevoir soit en préparation, soit en fabrication la quantité de *quinze millions* de litres de vin.

Notre personnel d'employés et d'ouvriers, hommes et femmes, s'élève à six cents.

Marseille (surface 10,000 mètres). — C'est à Marseille que nous avons concentré la plus grande partie de notre fabrication de vermouth, et aussi celle des extraits d'absinthe.

Nous fabriquons en moyenne à Marseille :

9.000.000 litres de vermouth.
500.000 litres d'extrait d'absinthe

Ces produits sont expédiés en France ou exportés à l'étranger.

Sur ces quantités, nous avons exporté environ trois millions de litres, pour les divers points du globe.

Ces expéditions se font, suivant les pays, ou en barriques de diverses capacités, ou en bouteilles que l'on met dans des caisses.

La mise en œuvre de ces quantités importantes, nécessite en outre d'un nombreux personnel d'ouvriers, l'emploi de deux chaudières d'une force de quarante chevaux-vapeur, mettant en mouvement plusieurs machines et des pompes; cette force motrice fait aussi fonctionner neuf alambics pour la distillation de l'absinthe.

Nous avons fait installer récemment une presse hydraulique, développant une pression de 200,000 kilogrammes afin d'extraire complètement des fleurs et des plantes aromatiques ayant servi à la préparation du vermouth, tous les principes qu'elles renferment.

Lyon (surface 1,600 mètres). — Cet établissement auquel nous avons conservé la raison sociale existant à sa fondation Ls Noilly fils et Cie, est spécialement affecté à la fabrication des liqueurs; on y fabrique aussi du vermouth, mais dans une moindre proportion qu'à Marseille. La production annuelle est de :

2.000 hectolitres liqueurs.
10.000 hectolitres vermouth.

Le travail s'opère avec une machine à vapeur faisant fonctionner des pompes, et avec quatre alambics servant à la distillation des liqueurs.

Bordeaux. — Nous avons établi à Bordeaux une maison d'entrepôt, afin de faciliter et de développer l'exportation de nos produits.

Cette (surface 14,000 mètres). — Nous avons créé à Cette un établissement très important, comprenant, d'une part de vastes magasins dans lesquels nous entreposons nos vins avant de les mettre en préparation, et d'autre part, des foudres dans lesquels nous préparons nos vins avant de les transformer en vermouth. Leur contenance totale s'élève à 70,000 hectolitres.

Les nombreuses manipulations auxquelles les vins sont soumis (collage, soutirage, filtrage, etc.), sont faites par un personnel d'ouvriers choisis, placés sous la surveillance d'agents expérimentés.

Quatre pompes servant à la mise en foudres des vins et à divers travaux sont mues par une chaudière à vapeur de vingt-cinq chevaux.

Marseillan (surface 8,000 mètres). — Cet établissement est également pourvu d'un matériel de foudres, dont la contenance totale s'élève à 45,000 hectolitres. Il est placé sur les bords de l'étang de Thau, presque au centre de la production. Son affectation spéciale est de recevoir et de loger les vins provenant directement de la propriété qui y sont soumis aux soins nécessaires que réclament leur conservation et le développement de leurs qualités naturelles.

Les manipulations y sont faites au moyen d'une machine à vapeur de douze chevaux faisant mouvoir deux pompes.

A ces quelques données statistiques, ajoutons que le Trésor public perçoit actuellement de notre chef, à titre de contributions directes (patentes, impôt foncier, portes et fenêtres), 30,000 francs, et, en paiement de droits de régie sur les quantités que nous livrons directement à la consommation 130,000 francs. De plus, les quantités que nous livrons à l'intérieur avec suspension du paiement de l'impôt, représentent comme droits, une somme approximative de deux millions de francs.

MANUFACTURE DE DRAPS DE VILLENEUVETTE.

La manufacture actuelle où se fabrique spécialement le drap pour les troupes a été fondée en 1666 sous le ministère de Colbert : elle fut l'œuvre d'une association de riches capitalistes du Languedoc.

Elle avait pour but de fabriquer des étoffes destinées à l'exportation.

On sait qu'à cette époque le commerce des draps pour le Levant se trouvait entre les mains des Hollandais et des Anglais.

Grâce à une protection qui était donnée à chaque pièce de drap fabriquée, les draps français purent entrer en lutte avec les draps anglais et hollandais.

Depuis que cette protection n'existe plus ce sont les Anglais et les Autrichiens qui livrent presque tous les draps en Orient.

Nous disons presque tous les draps car il se fabrique encore à Bédarieux quelques draps pour le Levant.

Au sujet de Villeneuvette et de son organisation ouvrière, il est essentiel de faire connaître la situation de nos fabriques de draps, car l'Association française ne

s'occupe pas seulement de toutes les questions scientifiques, mais de toutes les questions qui ont de l'intérêt pour notre pays.

Nous ne parlerons pas ici pour ou contre le libre-échange : notre but est plus élevé et il convient de signaler les causes qui font que nos fabriques de draps ne sont pas prospères.

En Angleterre, les mêmes familles se perpétuent dans l'industrie, elles disposent de fonds considérables, elles peuvent donc lutter plus facilement pour tout ce qui concerne le commerce extérieur.

En France, on veut arriver vite à la fortune pour se retirer de l'industrie. Nos maisons n'ont pas le temps d'être connues, et par suite, elles vendent moins facilement leurs produits.

Ce qui fait la force, ou pour mieux dire les avantages et en même temps les inconvénients de la manufacture de Villeneuvette, c'est que le chef de cet établissement est amené, par la forme de son organisation, à conserver les mêmes familles ouvrières dans l'établissement.

Si cette organisation présente pour le drap des inconvénients, lorsque le travail diminue, elle présente, par contre, de très grands avantages pour les ouvriers, car elle leur donne de la sécurité. Et on sait que l'ouvrier ne cherche pas tant un salaire élevé que de la sécurité ; mais comment a-t-on pu donner de la sécurité à l'ouvrier ?

En réunissant le travail agricole au travail industriel.

A Villeneuvette le chef vit constamment avec l'ouvrier, voit de près ses souffrances quand elles existent et les soulage dans la mesure du possible; l'ouvrier, de son côté, voyant de près le chef ne peut pas se mettre en lutte avec lui et comprend vite que leurs intérêts sont les mêmes.

Grand problème social que M. Maistre est ainsi parvenu à résoudre.

MINES DE GRAISSESSAC.

Le terrain houiller forme au nord du département de l'Hérault une zone montagneuse dont la longueur est de l'est à l'ouest de vingt kilomètres. Sa largeur varie de un à cinq kilomètres. Constitué par le remplissage d'une vaste dépression dans les terrains anciens, il est à découvert sur la plus grande partie de sa surface. Au sud seulement, il plonge sous les terrains permiens de la vallée de l'Orb.

Les quatre concessions exploitées par la Compagnie des mines ont une superficie de 6,230 hectares. Dans celles de Saint-Gervais et du Dévois on exploite six couches principales d'une épaisseur totale de 14 mètres contenues dans un massif de grès et de schistes de 70 à 90 mètres d'épaisseur. Dans les concessions de Boussagues et du Bousquet d'Orb, il en existe un plus grand nombre, leur puissance totale peut être évaluée à 20 mètres.

Les charbons sont demi-gras flambants, essentiellement propres à la production de la vapeur. Recherchés pour la forge ils alimentent les usines à gaz de la contrée et fournissent un coke métallurgique excellent. Les travaux comprennent actuellement :

1° *Concession du Bousquet :* Mines de Campredon;
— — Mines de l'Orb.

2° *Concession de Boussagues.* Mines du Cap Nègre;
— — Puits Durand;
— — Mine Saint-Joseph et Joséphine;
— — Puits Sainte-Barbe.

3° *Concession du Devois :* Mine Simon;
— — — Garella;
— — — du Grand-Champ.

4° *Concession de Saint-Gervais :* Puits des Nières.

Un réseau de chemin de fer et de plans inclinés aboutit, d'une part, à la gare d'Es trechoux (Graissessac), de l'autre, à la gare du Bousquet d'Orb.

Les établissements accessoires comprennent :

2 fours à coke du système Appolt, à Graissessac;
2 — — au Bousquet (en construction);
5 machines à agglomérer dont 3 du système David;
1 — du type Mazeline, et 1 système Révollier (hydraulique);
1 atelier de construction et réparation, comprenant fonderies, forges et ajustages;
1 usine à gaz à Graissessac.

La Compagnie occupe 1,800 ouvriers tant aux mines que dans ses ateliers d'élaboration de la houille et a institué pour eux une caisse de secours, une caisse de retraite, des écoles, un hospice et trois économats.

L'extraction qui était de 93,000 tonnes en 1860, de 202,000 en 1870, est de 300,000 actuellement. Elle a donc plus que triplé en vingt ans.

Le rayon territorial de vente, s'étend à l'ouest jusqu'à Toulouse et les embranchements du chemin de fer qui y aboutissent; à l'est jusqu'au département du Gard; au nord, jusqu'à Millau et Rodez; au sud, en Espagne et par les ports d'embarquement de Cette, Agde, la Nouvelle et Port-Vendres, en Algérie, et sur tout le littoral de la Méditerranée.

FABRICATION DU FROMAGE, A ROQUEFORT

Pour comprendre l'importance du mouvement d'affaires auquel donnent lieu la tenue des troupeaux de brebis laitières et les caves de Roquefort, il suffit des chiffres suivants :

Nous avons évalué à 400,000, dont 250,000 brebis laitières, l'effectif des troupeaux entretenus en vue de la production des fromages. Elle s'est élevée en 1866 à 3,250,000 kilogrammes, vendus aux négociants qui exploitent les caves au prix de 120 francs les 100 kilogrammes. C'est donc une somme de 3,900,000 francs que les cultivateurs perçoivent pour ce seul article.

Si l'on ajoute la laine dont le produit est évalué à 5 francs par brebis, c'est un second chiffre de 2,000,000 qu'il faut ajouter au premier.

Plus 80,000 vieilles brebis vendues à 15 francs l'une, pour la boucherie; c'est une autre somme de 1,200,000 francs.

80,000 vieilles brebis sont remplacées par 80,000 agneaux; il en reste donc environ 140,000 à vendre qui, à 4 francs l'un, font encore 560,000 francs à ajouter aux profits de l'agriculture.

Ces diverses sommes additionnées donnent 7,660,000 francs perçus annuellement par les cultivateurs des environs de Roquefort, pour le seul produit de leurs troupeaux, et cela ne s'arrêtera pas là si nous jugeons de l'avenir par le passé.

Voici quelle a été la progression suivie par la production des fromages depuis le commencement du siècle.

En 1800.	250.000	kilog.
1820.	300.000	—
1840.	750.000	—
1850.	1.400.000	—
1860.	2.700.000	—
1866.	3.250.000	—

En déduisant 23 0/0 de poids pour le déchet que les fromages subissent dans les caves, il reste encore plus de 3.000,000 de kilogrammes de fromages préparés versés dans la consommation.

On a calculé que le mouvement de fonds auquel donne lieu l'industrie de Roquefort s'élève à 15,000,000 de francs. Il profite à près de 60,000 personnes, en y comprenant les propriétaires, les fermiers, les négociants de Roquefort et leurs agents de toute espèce, les employés des fermes et les gens occupés aux transports.

L'importance de cette industrie rend nécessaires quelques détails sur les manipulations que subissent les fromages dans les caves de Roquefort.

Les fromages sont préparés par les propriétaires ou fermiers de la contrée. Une fois faits (1) et mis en moule ils sont déposés dans une sorte de huche, appelée *trennel*, au fond de laquelle sont des rainures destinées à recevoir et à égouter le petit lait qui sort des moules. Au bout de deux ou troix jours, ils sont retirés des moules et portés au *séchoir*. Une fois secs, les fromages sont prêts à être portés aux caves. Le transport se fait d'ordinaire avec des carrioles suspendues, dans les caissons desquelles il est emballé avec beaucoup de précautions : elles sont nécessaires pour que le fromage, dont la croûte est encore tendre, ne soit pas brisé par les cahotements de la voiture. Le voyage se fait de nuit, pour éviter les chaleurs du jour; les fromages arrivent à la cave de grand matin.

A leur arrivée, les fromages sont reçus dans le *poids* (2). On les examine; on met au rebut ceux qui sont défectueux; on les pèle; on passe écritures de la quantité reçue et on l'inscrit sur une feuille que l'on remet au fermier pour lui servir de titre lors du règlement définitif.

Les fromages rebutés sont préparés pour le compte du propriétaire, qui s'en défait ensuite comme il l'entend.

Les fromages arrivés le matin à la cave sont portés le soir au saloir (3), où l'on étend d'abord sur une de leurs surfaces planes une poignée de sel fin. Dans cet état, on les dispose en piles de trois. Vingt-quatre heures après on les retourne, on sale l'autre surface et on les replace de la même manière. Quarante-huit heures après on les frotte vivement avec une toile forte, en vue de faire pénétrer le sel dans la pâte.

(1) La plus grande propreté preside aux travaux de la laiterie. Le pain moisi, qu'on introduit en poudre au moment de la mise en moule, est fabriqué tout exprès, et avec le plus grand soin, sa qualité influant beaucoup sur celle des fromages. On emploie, pour sa fabrication, par égales parts, de la farine de froment, d'orge d'hiver et d'orge de mars, en y ajoutant un levain très fort et en très grande quantité (1 hect. par 23 hect. de pâte) plus 1 litre de vinaigre.

(2) Le *poids*, qui est au-dessus de la cave, est l'entrepôt où les fromages sont reçus lorsqu'ils arrivent à l'établissement.

(3) Le nom en indique l'usage. Ce dernier local est d'autant meilleur qu'il participe de la fraîcheur des caves.

On les replace ensuite en piles de trois ; on les laisse ainsi deux jours, après quoi on les remonte dans le poids pour y subir deux nouvelles opérations.

La première consiste à enlever, à la surface des fromages, avec la lame d'un couteau, une couche, déjà soulevée, d'une matière gluante qu'on appelle *pégot*. L'épaisseur de cette couche varie avec les saisons. Immédiatement après on racle les fromages et on enlève une seconde couche, qui est la *rebarbe blanche*.

La rebarbe est estimée comme aliment par les personnes de la classe ouvrière; c'est un bon tonique et un fort stimulant pour l'estomac. On la vend 40 à 50 centimes le kilogramme.

Cette première série d'opérations s'appelle *racler*. Lorsqu'elle est terminée, on peut juger de ce que seront les fromages, et on procède au classement. On les divise en trois catégories, qui sont : le premier choix ou surchoix, la première et la deuxième qualité. A la vente, il y a entre ces trois classes une différence de prix de 20 francs par 100 kilogrammes.

Après leur classement, les fromages sont portés à la cave ; ils y restent pendant huit jours, en piles de trois, après quoi on les met de champ, en ayant soin de les tenir séparés les uns des autres et d'éviter entre eux tout point de contact. On appelle cela les *mettre en plies*. Ils se couvrent alors d'une croûte jaune ou rougeâtre. La couleur n'est pas la même dans toutes les caves. Il arrive quelquefois que sur cette croûte se développe une moisissure blanche, serrée, de 5 à 6 centimètres de longueur; les fromages sont alors raclés de nouveau. On appelle cette opération *reviser ;* le résidu s'appelle *reverun ;* il ne sert que pour les porcs et se vend 5 centimes le kilogramme.

Le *revisage* se renouvelle de huit à quinze jours d'intervalle, selon la qualité des fromages et selon que les caves en accélèrent la maturité. Les fromages à pâte grasse et fine sont plutôt mûrs que ceux de qualité inférieure.

Le travail des fromages est fait, dans les caves, par des femmes appelées *cabanières* (1). Leur nombre est de quatre cents environ. Leur salaire, autrefois de 100 francs seulement, avec le logement et la nourriture, est aujourd'hui de 200 francs. Elles sont engagées pour huit mois environ, c'est-à-dire pour le temps que dure le travail des caves : elles sont vêtues de vêtements chauds, et portant des sabots et des bas de laine, précaution recommandée par la température des caves; elles ont chacune un tablier de toile à plastron. Leur séjour dans les caves n'altère aucunement leur santé. Fraîches, vives et alertes, elles allègent leur travail par leurs chansons et une gaieté qui surprend l'étranger qui pénètre dans les caves.

Les fromages des premiers mois de la campagne sont prêts pour la vente après un séjour de trente ou quarante jours dans les caves. On les expédie à mesure des demandes, en choisissant toujours ceux qui rapprochent le plus de la maturité. Ces fromages sont peu susceptibles de conservation. Ceux de l'arrière-saison restent plus longtemps en cave; ils sont râclés plusieurs fois. Vers la fin septembre, ils ont atteint leur maturité complète. Après qu'on a enlevé une dernière fois le *reverun*, on fait une seconde râclure; ce qu'on enlève, en la faisant, constitue la *rebarbe rouge*, qui sert, comme la blanche, d'aliment.

Les fromages de cette époque sont les plus estimés; ils ont plus de fermeté, un goût exquis, et, avec des soins convenables, ils se conservent plusieurs mois.

Les déchets qu'éprouvent les fromages, par le travail des caves, s'élève de 23 à 25 0/0. Il n'est aucune ligne particulière et facile à définir pour indiquer la maturité du fromage : une longue expérience seule apprend à la reconnaître au tact et à la nuance.

(1) Du mot *cabane*, ancienne désignation des caves.

Les fromages sont expédiés vers les lieux de consommation, emballés dans des paniers cylindriques, en osier, des cages en bois, dites *gagets*, et dans des caisses.

Les résultats obtenus dans les caves de Roquefort ont donné l'idée d'utiliser, soit dans l'Aveyron, soit dans l'Hérault, plusieurs excavations naturelles, pour y préparer des fromages de brebis, en imitant les procédés de Roquefort ; il en sort une qualité de fromage *sui generis*, et qui ne manque pas d'une certaine valeur. Cependant ces fromages sont bien loin, pour leur qualité, de ceux des caves du centre de fabrication. Le commerce ne les accepte que sous le nom de fromages *façon de Roquefort*. Il y a entre eux et ceux de cette localité la différence que les connaisseurs trouvent entre les vins des grands crûs et ceux des coteaux voisins, qui les rappellent, mais ne peuvent en atteindre les qualités supérieures.

TABLE ANALYTIQUE

Abri portatif pour thermomètres, 482.
Abordages (Théorie mathématique des), 312.
Absorption des radiations ultra-violettes des spectres solaires, 414.
Acclimatation de la luzerne du Chili (medicago apiculata), 1056.
Accouplement des ophidiens, 765.
Acide carbonique (Décomposition de l') par les feuilles sous l'influence de la lumière artificielle, 992.
—— *formique* (Action spéciale de l') sur le Térébenthène, 458.
—— *formique* cristalisable (Préparation industrielle de l'), 478.
—— *nitrolactique* (Sur l'oxydation spontanée de l'), 460.
—— *pyrogallique* (L') et ses phtaléines, 455.
—— *salicylique* (Étude physiologique de l'), 861.
Acides (Action des) sur les sels sans l'action d'un dissolvant, 477.
—— *gras* de l'huile de sésame, 450.
Actions à distance (Sur une méthode de calcul appropriée aux corps discontinus qui obéissent à des), 261.
Affections cardiaques (Les) consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépatique, 938.
Afrique (Ethnographie de quelques peuplades de l'), 839.
—— *occidentale* (L'esclavage dans), 1167.
Age du bronze (Matériel de l'ouvrier en métaux à l'), 816.
—— *du bronze* (L') en Médoc, 822.
—— *du fer* (Premier) dans le Tarn, 839.
—— *de la pierre* (Découverte de l') en Algérie, 828.
Aguilhon. — Sur le chlorure de magnésium et l'eau de Chatel-Guyon, 955.
Aiguilles (Des) introduites dans le corps humain et de leur migration, du diagnostic des aiguilles et de leur extraction, 950.
Air comprimé (Les machines à), 376.
—— *sec et de l'air humide* (Passage de l') à travers les plaques poreuses, 422.
—— *ambiant* (Courants atmosphériques reproduits par la rotation d'un globe dans l'), 1110.
—— (Passage de l'eau et de l') dans la terre arable, 993.
Aigues-mortes (Excursion à), 1224.
Albespy (D.). — Dessins bizarres fabriqués par les bergers de l'Aveyron sur les arbres à écorce lisse, 840.
Alcool méthylique (Séparation et dosage de l') en présence de l'alcool éthylique, 440.
—— (de l') produit dans les tissus animaux pendant la vie et après la mort, 446.
Alcoolisés (Lésions du péritoine chez les), 860.
Alexandrin (L.). — Discussion sur l'âge de bronze en Médoc, 823.
Alexéeff (N.). — Sur l'intégration de l'équation $y'' + Py'' + Qy = 0$, 190.
Algérie (Découverte de l'âge de pierre en), 828.
Allagnon (Fouilles d'une caverne des bois de l') Puy-de-Dôme, 814.
Altérations histologiques (Diversité des) de l'utérus en rapport avec la diversité des inflammations de cet organe, 970.
Aluminium (Spectre de l'), 422.
Amaury de Montclair. — Sur l'acide pyrogallique et ses phtaléines, 455.
Amigues (E.). — De quelques propriétés d'une famille de courbes représentée par une équation différentielle à deux variables, 117.
Ammoniaque (Préparation de l'), 444.
Ammoniaques composées (Séparation des), 429.
Ammonites (Les) du lias, 573.

Ampélidées (Affinités des vignes et rapports naturels des), 742.
Amputés (Les athrophies cérébrales chez les), 883.
Analogie (L'homologie et l') en histoire naturelle, 777.
Analyse des eaux minérales, 474.
Anatomie et organogénie des cucurbitacées et des passiflorées, 711.
Anesthésie (Danger de l') par l'éther ou le chloroforme pendant la réduction de certaines fractures, 898.
Angot. — Discussion sur le projet de construction d'un observatoire sur le mont Aigoual, 516.
—— L'observatoire de Lyon, 552.
—— Tables nouvelles pour réduire les hauteurs barométriques au niveau de la mer, 561.
Anguille (Appareil reproducteur et reproduction de l'), 775.
Anneaux colorés d'interférence (Nouveau procédé phonéidoscopique par les), 395.
Aplatissement terrestre (Sur l') et la distribution de la matière à l'intérieur du globe, 187.
Appareil générateur (Anatomie, histologie et physiologie de l') du zonites algirus, 757.
—— électrique (Structure de l') du gymnote, 775.
—— reproducteur et reproduction de l'anguille, 775.
—— gastro-hépatique (Les affections cardiaques consécutives aux maladies de l'), 938.
—— de réfrigération (Application d'un nouvel) au traitement des maladies fébriles, 975.
Appareils (Présentation d') pour le tracé des lignes droites et des ovales de Casini, 128.
—— Mouchot (Sur l'utilisation de la chaleur solaire dans les), 341.
—— à projection (Expériences et présentation d'), 404.
—— d'optique élémentaire, 423.
—— enregistreurs (Présentation d'), 517.
Appell (P.). — Sur certaines équations différentielles linéaires contenant un paramètre variable et sur les polynomes satisfaisant à une équation différentielle du 3e ordre, 253.
Application de l'algèbre à la géométrie faite par Viète; application de cette méthode au polygone de neuf côtés, 248.
Aquarium (Sur un projet d') maritime à Cette et sur la nécessité de cette création, 33.
Arches biaises (Expériences pour déterminer la direction des pressions dans les), 302.
Arc voltaïque (Température de l'), 387.
—— dans les lampes électriques à charbons mobiles, 402.
Architecte (Le fer dans les mains de l'), 338.
Ardèche (Les Troglodytes de l'), 797.
Argile comestible (Présentation d'), 661.
Argiles à silex, des Ardennes, 666.
Argonauta bethencourtina (Le mollusque), 783.
Arles. — Nouveau mode de terminaison des kystes du foie, 948.
Arthro-synovite fongueuse (de l'ignipuncture dans le traitement de l') et du sarcocèle tuberculeux, 901.
Articulations (Influence du mouvement et de la position sur les), 957.
Aryens (Ancienne manière de compter par nuits des Sémites et des), rappelée par la philologie, 834.
Ascite (La ponction capillaire dans l'), 887.
Assemblée générale, 1.
Association française (L') à l'Exposition de 1878, 19.
Astéries (Observations sur les), 776.
Attitudes vicieuses (Le mobilier scolaire et les), 1173.
Athétose (quatre nouveaux cas d'), 902.
—— (Relation d'un cas d') des membres inférieurs guéris par les courants continus, 929.
Atrophie (Effets de la rétractation des extenseurs du pied et en particulier de l'), de la masse fibro-graisseuse métatarso-phalangienne, 976.
Atrophies cérébrales (Les) chez les amputés, 883.
Audoynaud (A.). — Note sur la composition de la feuille de l'olivier, 443.
—— Du passage de l'eau et de l'air dans la terre arable, 993.
Augmentatifs (Diminutifs et), 836.
Auquier. — Sur le décollement hyaloïdien, 987.
Aurine (Sur la formation de l'), 448.
Axolotl (Sang de l') et des batraciens, 766.
Baillon. — Discussion sur l'étude sur la cristalline, 681.
—— Discussion sur la préparation du curare, 686.

Baillon. — Sur l'organogénie des fleurs femelles et des fruits des noyers, 726.
—— Sur l'organogénie florale des sélaginées et des hebenstreitia, 742.
—— Sur les affinités des vignes et sur les rapports naturels des ampélidées, 742.
Bains sulfureux (Observations sur les), 454.
Balistique expérimentale (Essai de), 180.
Balaruc (Excursion à), 1228.
Bananier (Etudes sur le), 686.
Bancs à broches (Sur un système de cônes conjugués à profil hyperbolique pour le mouvement différentiel des), 378.
Bardoux. — Réformes des méthodes d'enseignement en France, 9.
Baréti. — Discussion sur les hémorrhagies intermittentes d'origine paludéenne, 891.
—— Discussion sur les hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire, 898.
Baromètre enregistreur (Un nouveau), 393, 518.
Barral. — Des irrigations, 1182.
Barres (Sur les coupures à faire dans les), 311.
Barrois (Dr Ch.). — Sur l'étendue du système tertiaire inférieur dans les Ardennes et sur les argiles à silex, 666.
—— Sur le marbre griotte des Pyrénées, 668.
—— Sur la faune troisième silurienne du Finistère, 669.
Bassin (Homologie des muscles de l'épaule et du), 778.
—— vicié (Présentation d'un), 892.
Batraciens (Sang des axolotl et des), 766.
—— *de France* (Action du venin de quelques), 778.
Bazille (G.). — La greffe des vignes américaines, 1069.
Béchamp (J.). — De l'alcool produit dans les tissus animaux pendant la vie et après la mort, 446.
Berchon (Dr). — Discussion sur le danger des croisements ethniques, 796.
—— Sur l'âge du bronze en Médoc, 822.
Berdellé (Ch.). — Sur l'élévation aux puissances et le calcul d'intérêt composé, 170.
—— Propriétés des puissances de 5 et de leurs multiples, 176.
Bergeron (J.). — Discussion sur l'étude physiologique de l'acide salicylique, 862.
—— Discussion sur les hémorrhagies intermittentes d'origine paludéenne, 891.
Bergeron (J.). — Discussion sur la comparaison des éthérisations simples et mixtes avec les chloroformisations de même ordre, 938.
Bergeron (Ch.). — Réformes dans la pose et l'entretien de la voie des chemins de fer, 296.
—— Discussion sur le tunnel trans-marin, 399.
—— Sur les coupures à faire dans les barres, 311.
Bergers de l'Aveyron (Dessins bizarres fabriqués par les) sur les arbres à écorces lisses, 840.
Berry préhistorique (Légendes et superstition du), 829.
Bertin. — Le nouvel hopital de Montpellier, 916.
Blés américains (Importation des), 1123.
Blonds (majorité des) dans les infirmes et les illettrés dans les conscrits de la Savoie, 827.
Bonnefond (A.). — Du pin mugho, 739.
Borius (D.). — Détermination de l'état hygrométrique de l'air sur le littoral du Finistère, 562.
Boucherie. — Diminutifs et augmentatifs, 836.
Bouquet de la Grye. — Discussion sur la théorie mathématique du mouvement de l'eau dans les courbes, 377.
Bourdel (Dr). — Hygiène de la ferme, 995.
Bourgeois (Léon). — Sur la production des chromates cristallisées, 445.
Bourgeons végétants (Propagation rapide des vignes américaines par la plantation des), 1045.
Bourguet (Dr E.). — De l'immobilisation de l'anse intestinale dans quelques cas graves d'opération de hernie étranglée, 907.
Bouschet de Bernard. — Discussion sur la greffe des vignes américaines, 1069.
Boussole des sinus et des tangentes de Pouillet, 390.
Bouvet. — Discussion sur la réforme des méthodes et des programmes d'enseignement, 1121.
—— Discussion sur la transformation des octrois en taxe directe, 1151.
—— De la circulation internationale des monnaies. 1164.
Bouvier. — La Fontaine de Vaucluse, 348.

Bouvier. — Discussion sur le projet de construction d'un observatoire sur le mont Aigoual, 516.
Brau de Saint-Pol-Lias. — Discussion sur les pays Çomalis, 1071.
Brêche au Diable (une station de Silurien à la) Calvados, 663.
Bréguet (A.). — Sur les machines magnéto-électriques du genre de celle de Gramme, 427.
Bricka (Scipion). — Sur le projet de construction d'un observatoire sur le mont Aigoual, 514.
Brioschi. — Recherches sur les équations différentielles linéaires du second ordre, 278.
Broca (Paul). — Compte rendu du Congrès de Moscou, 849.
Brongniart (Ch.). — Observations nouvelles sur les épidémies sévissant sur les insectes, 735.
Brousse (A.). — Quatre nouveaux cas d'athétose, 902.
Budget de l'hygiène publique, 1152.
Buisine (A.). — Sur la séparation des ammoniaques composées, 429.
—— Sur la triméthylamine commerciale, 437.
Cabello e Ybanez. — Traitement des vignes phylloxérées, 1050.
Cacheux. — Études sur les habitations ouvrières exposées en 1878, 1153.
Cadot. — Discussion sur les réformes dans la pose et l'entretien de la voie des chemins de fer, 296.
—— Sur l'action des grands chantiers sur la moralité des pays intéressés, 321.
Caféiers (maladies des), 725.
Caillol de Poncy (O.). — Séparation de l'alcool méthylique en présence de l'alcool éthylique, 440.
—— Acides gras de l'huile de sésame, 450.
Cailloux quaternaires (Érosion des) due à l'action du vent et du sable, 646.
Cailloux rayés de l'éocène, 594.
Calculs de cholestérine (Analyse de liquides de kystes et de prétendus), 882.
Caminati (P.). — Théorie et pratique des logarithmes d'addition et de soustraction, 180.
Camphre (Nouveaux dérivés du), 444.
Canal du Midi (Sur la transformation du), 297.
—— de l'Hérault (Utilité du) pour les irrigations, 321.
Cantons ruraux (Le progrès par l'initiative privée dans les), 1121.
Capillaires (Sur la contractilité des), 949.
Caractères latins (Transcription pratique au point de vue français des noms arabes en), 1076.
Carcassonne (Excursion à), 1232.
Cardozo de Béthencourt. — Etude sur les châtaigners atteints de la nouvelle maladie, 734.
—— Le mollusque argonauta bethencourtina, 783.
Carpe (Os supplémentaire de la deuxième rangée du). Analogie avec le carpe des singes, 850.
Carret (Dr Jules). — Détérioration du climat dans l'Europe occidentale, 519.
—— Accroissement survenu dans la taille moyenne des conscrits de la Savoie, majorité des blonds dans les infirmes et les illettrés, 828.
—— Discussion sur la statistique anthropologique en Suisse, 836.
Carrieu. — Discussion sur l'étude physiologique de l'acide salicylique, 862.
Cartailhac (E.). — Discussion sur le gisement quaternaire de Sarliève, 807.
—— Discussion sur l'âge du bronze en Médoc, 823.
—— Nouvelles découvertes de l'âge de la pierre en Algérie, 828.
—— Le premier âge du fer dans le Tarn, 839.
—— Discussion sur la station néolithique du moulin de Sauret près Montpellier, 855.
Carte archéologique (Ébauche d'une) du département de l'Hérault, 799.
—— archéologique du département de l'Aube, époque celtique, 817.
—— géologique (Présentation d'une) du mont Ventoux, 650.
—— en relief (Présentation d'une) du département de l'Hérault, 1110.
Cartes linguistiques (Présentation de), 839.
Castaing. — Discussion sur les hémorrhagies intermittentes d'origine paludéenne, 891.
Castan. — Traitement de la gravelle urinaire par les stigmates de maïs, 946.
Castagnier. — Discussions sur les réformes et l'entretien de la voie des chemins de fer, 296.
—— Sur le tunnel sous-marin, 309.
Castel d'Appio (Le Pliocène de) en Italie, nomenclature des fossiles qu'il renferme, 670.

Cauvy. — Les insecticides et leur rôle dans la viticulture, 1067.
Caverne (Fouille d'une) des bords de l'Allagnon (Puy-de-Dôme), 814.
Caves (Visite aux) de Roquefort, fabrication du fromage, 1256.
Cazilis de Fondouce. — Erosion de cailloux quaternaires due à l'action du vent et du sable, 646.
—— Ebauche d'une carte archéologique du département de l'Hérault, 779.
Cazelles. — De l'influence sociale de l'esprit scientifique, 16.
Cazeneuve. — Sur l'action oxydante de l'oxyde de cuivre, 440.
Cénomanien de l'Algérie (Considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les échinides de l'étage cénomanien de l'Algérie, 675.
Cépages américains (Des) et des terrains qu leur conviennent, 1038.
—— (Etudes faites à l'école d'agriculture de Montpellier sur le vin des), 1068.
Cerf-volant (Théorie du), 283.
Certes (A.). — Sur une méthode de conservation des infusoires, 777.
Cette (Sur un projet d'aquarium maritime à) et sur la nécessité de cette création, 33.
—— (Phosphate de chaux), 662.
—— (Excursion à), 1228.
Cévennes (Les terrains des), 610.
Chaires d'hydrologie médicale (Utilité de la création de), 950.
Chais (Visite aux) de MM. Noilly-Prat et Cie, 1252.
Chaleur solaire (La) et les chaudières Mouchot, 341.
Chaleur solaire (Note sur la distribution de la) sur les différents points du globe terrestre dans les jours d'équinoxe et de solstice, 489.
Chalot. — Sur les injections de chlorhydrate de pilocarpine, 868.
—— Discussion sur les hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire, 897
—— De l'ignipuncture dans le traitement de l'arthrosynovite fongueuse et du sarcocèle tuberculeux, 901.
—— Discussion sur les éthérisations simples et mixtes et les chloroformisations de même ordre, 938.
—— Discussion sur la menstruation à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône, 968.
Champignon parasite du Chironomus riparius, 768.
Champigny. — Analyses de liquides de kystes et de prétendus calculs de cholestérine, 882.
Chanc. — Discussion sur le mobilier scolaire et les attitudes vicieuses, 1174.
Chantiers (Sur l'action des grands) sur la moralité des pays intéressés, 321.
Caperon (G.). — Nouvelle machine magnéto ou dynamo-électrique, 417.
Charbons mobiles (L'arc voltaïque dans les lampes électriques à), 402.
—— feuilletés glaciaires (formation des) de la Suisse, 636.
Chassagnette (fouilles d'une sépulture à), 814.
Châtaignier (Le parasite de la maladie du), 730.
—— (La maladie des), 733 et 734.
Chatel-Guyon (Sur le chlorure de magnésium et l'eau de), 955.
Chaudière solaire. Appareils de M. Mouchot, 341.
Chemins de fer (Réformes dans la pose et l'entretien de la voie des), 296.
—— (Sur le) Transsaharien, 298, 310.
Cheval des pampas (Importation en France du), 991.
Cheysson. — Album de la statistique graphique pour 1879, 326.
Chironomus riparius (Un champignon parasite du), 768.
Chlorhydrate de pilocarpine (Injections hypodermiques de), 868.
Chloroforme (Dangers de l'anesthésie par l'éther ou le) pendant la réduction de certaines fractures, 898.
Chloroformisations (Étude comparative des éthérisations simples et mixtes avec les) de même ordre, 935.
Chlorure de Magnésium (Sur le) et l'eau de Chatel-Guyon, 955.
Cholestérine (Analyse de liquides de kystes et de prétendus calculs de), 882.
Chromates cristallisées (Production des), 445.
Chute du calice operculaire des Eschscholtzia, 679.
Cicatrisation (Nouvelle méthode d'apprécier la marche de la) et les modifications de volume des organes, 979.
Circulation internationale des monnaies, 1164.
Cleistogamie (la) dans le pavonia hastata et dans quelques autres plantes, 688.
Clément. — Discussion sur l'étude physiologique de l'acide salicylique, 862

Clément. — Application d'un nouvel appareil de réfrigération au traitement des maladies fébriles, 975.
Clermont (Ph. de). — De l'action des sels ammoniacaux sur quelques sulfures métalliques et de l'application des faits observés à l'analyse, 446.
—— Sur la formation de l'aurine, 448.
—— Observations sur les bains sulfureux, 454.
Climat (Détérioration du) de la Savoie, et variation des climats dans l'Europe occidentale, 519.
Cœur (Sur le plateau des orifices artériels du), 922.
—— (Sur l'innervation du), 947.
Collignon (Ed.). — Problème de géodésie, 129.
—— Note sur l'inscription dans le cercle du polygone régulier de 17 côtés, 162.
—— Considération sur la formule de Wallis, 193.
Collot. — Cailloux rayés de l'éocène, 594.
—— Discussion sur l'oxfordien supérieur, le corallien et le néocomien inférieur dans les Cévennes, 626.
—— La Crau, 660.
—— Discussion sur l'étude sommaire des faunes paléozoïques du bas Languedoc et des Pyrénées, 662.
Colonne vertébrale (Déformation scolaire de la), 989.
Comalis Medjourtines (Renseignements ethnographiques sur les), 841.
Combal. — Discussion sur l'étude physiologique de l'acide salicylique, 862.
—— Discussion sur les affections cardiaques consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépatique, 939.
Comité local, 6.
Composition chimique de la graine de lin, 1056.
Cônes conjugués (Sur un système de) à profil hyperbolique pour le mouvement différentiel des bancs à broches, 378.
Congrès de Moscou (Compte-rendu du), 849).
Conscrits (Accroissement de la taille moyenne des) de la Savoie, 828.
Conservation (Méthode de) des infusoires, 777.
Constructions graphiques (Sur quelques) de Viète relatives à la quadrature du cercle, 283.
Contractilité (Sur la) des capillaires, 949.
Conversion des températures Fahrenheit en températures centigrades, 489.
Convert (F.). — Des variations de prix provoquées par les progrès de la maladie des vignes dans le Midi, 1050.
Coordonnées polaires (Sur les équations d'une même courbe en) par rapport au même axe, 240.
Corallien (L'oxfordien supérieur, le) et le néocomien inférieur dans les Cévennes, 610.
Corbières (Terrain crétacé des), 574.
Coriveaud. — Observations sur un ca d'ichthyose cornée, 929.
Cormillariens (Développement des), 771.
Cornu (A.). — Sur l'absorption des radiations ultra-violettes des spectres solaires, 414.
—— Sur les spectres de l'aluminium et du zinc, 422.
Cornu (M.). — Observations nouvelles sur les épidémies sévissant sur les insectes, 735.
Corps discontinus (Méthode de calcul appropriée aux) qui obéissent à des actions à distance, 261.
Coste (D.-U.). — Effets de la submersion sur la constitution élémentaire des racines phylloxérées, 1064.
Cotteau. — Discussion sur l'étude de l'oxfordien supérieur, le corallien et le néocomien inférieurs dans les Cévennes, 626.
—— Considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les échinides de l'étage cénomanien de l'Algérie, 655.
Coude (Sur la résection du), 953.
Couleur, odeur et saveur des fleurs et des fruits, 734.
Coupures (Sur les) à faire dans les barres, 311.
Courants atmosphériques reproduits par la rotation d'un globe dans l'air ambiant, 542, 1110.
Courants continus (Relation d'un cas d'athétose des membres inférieurs, guéris par les), 929.
Courbe unicursale (Déterminer une) de quatrième ordre ayant des points doubles en A_1 et A_2, et passant par les sept points 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, 249.
Courbes (Sur les) tracées sur une surface de second ordre, 180.
—— (Propriétés d'une famille de), 117.
—— (Équations des) en coordonnées polaires, 240.

Courbes du troisième degré (Sur les polygones à la fois inscrits et circonscrits aux), 245.
—— unicursales de 4e ordre, 249.
—— gauches unicursales (Etude sur les) applications aux quartiques et aux quintiques gauches, 253.
—— Théorie mathématique du *mouvement* de l'eau dans les), 377.
Courchet. — Mémoire sur les galles du térébinthe, 681.
Courty (A.). — Sur la diversité des altérations histologiques de l'utérus en rapport avec la diversité des inflammations de cet organe, 970.
—— De la propagation des vignes américaines par la plantation des bourgeons végétants, 1045.
—— L'éducation basée sur l'évolution organique industrielle et sur les conditions sociales, 1124.
Crâne (Perforation méconnue du) par des tumeurs paracrâniennes, 955.
Crau (La), 660.
Crinoïdes fossiles (Les) de la Suisse, 627.
Cristalline (Etude sur la), 680.
Croisements ethniques (Dangers des), 796.
Crova. — Discussion sur les pouvoirs absorbant et émissif thermique des flammes et sur la température de l'arc voltaïque, 389.
—— Appareil pour la mesure des hautes températures, 392.
—— Expériences et présentations d'appareils mesure spectrophotométrique de la température des flammes, 413.
—— Discussion sur l'absorption des radiations ultra-violettes des spectres solaires, 414.
—— Sur la mesure de l'intensité calorifique et de la transmissibilité des radiations solaires dans les observations météorologiques, 567.
Cucurbitacées (Organogénie des) et des passiflorées, 711.
Cucurbitacées (Le squelette fibro-vasculaire des), 741.
Cultures (Les) du champ d'expérience de Grignon, 1006.
Curare (Préparation du), 685.
Cuscute (Destruction de la), 1064.
Dalcau (F.). — Les stations préhistoriques des étangs d'Hourtin et de Lacanau (Gironde), 807.
Dally (Dr). — Dangers des croisements ethniques, 796.
Dally (Dr). — Discussion sur la statistique anthropologique en Suisse, 836.
—— Déformation scolaire de la colonne vertébrale, 989.
—— Sur le mobilier scolaire et les attitudes vicieuses, 1174.
Dames (Jeu de) à la Polonaise, 549.
Darboux (P.). — Présentation d'appareils pour le tracé des lignes droites et des ovales de Cassini, 128.
—— Sur les équations différentielles aux dérivées partielles, 248.
—— Sur la théorie du cerf-volant, 283.
—— Appareils divers de Peaucellier, Hart et Kempe, 376.
Da Silva (S.). — Notice sur les monuments mégalithiques en Portugal, 823.
Dauphiné (Grottes préhistoriques du), 857.
Déclinaison magnétique (Nouvelle méthode pour mesurer la) en un lieu donné, 193.
Décollement hyaloïdien (Sur le), 987.
Déformation scolaire de la colonne vertébrale, 989.
Déformations (Cas de) multiples du squelette, 990.
Dehérain (P. P.). — Sur la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles sous l'influence de la lumière artificielle, 992.
—— Les cultures du champ d'expérience de Grignon, 1006.
—— Sur les pertes de matières sèches que subissent les plantes herbacées au moment de la maturation, 1053.
Déhiscence (Mécanisme de la) des siliques, 710.
Delaunay (Dr G.). — Rapports entre la couleur, l'odeur, la saveur de certaines fleurs, fruits, etc., etc., 734.
—— Rapport inverse entre la fécondité des parents et le poids des nouveau-nés. 851.
Dellon. — Discussion sur les coupures à faire dans les barres, 311.
—— Théorie mathématique du mouvement de l'eau dans les courbes, 377.
Delort. — Fouilles d'un dolmen à Freyssinet, d'une sépulture à Chassagnette et d'une caverne des bords de l'Allagnon (Puy-de-Dome), 814.
Delsaux (Dr). — Sur une propriété caractéristique des surfaces du second degré dans la théorie de l'électricité statique, 236,
Denayrouse. — La lumière électrique, 1218.

Densités de vapeurs anormales (Sur les), 458.
Denucé. — Discussion sur la guérison du glaucome simple par la sclérotomie, 856.
—— Discussion sur les lésions du péritoine chez les alcoolisés, 861.
—— Discussion sur les injections hypodermiques de chlorhydrate de pilocarpine, 869.
—— Discussion sur les hémorrhagies pulmonaires dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire, 897.
—— Discussion sur la prothèse immédiate dans la pratique de certaines opérations de la face, 913.
—— Discussion sur la comparaison des éthérisations simples et mixtes avec les chloroformisations du même ordre, 938.
—— Discussion sur le traitement de la gravelle urinaire par les stigmates de maïs, 946.
—— Discussion sur les perforations méconnues du crâne par les tumeurs paracrâniennes, 956.
Dérivées partielles (Sur les équations différentielles aux), 248.
Dessins bizarres fabriqués par les bergers de l'Aveyron sur les arbres à écorces lisses, 840.
Devin. — Discussion sur les coupures à faire dans les barres, 311.
—— Sur les oscillation d'eau dans les réservoirs à air, 331.
Dewulf. — Déterminer une courbe unicursale de 4e ordre ayant des points doubles en A_1 et A_2 et passant par les sept points 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, 249.
Diabète maigre (Le) et ses relations avec les lésions du pancréas, 956.
Dicranum (Organisation des), 698.
Dictionnaire de botanique (Présentation d'un), 679.
—— archéologique de l'Aube, époque celtique, 817.
Diminutifs et augmentatifs, 836.
Direction des pressions (Expériences pour démontrer la) dans les arches biaises, 302.
Discours du président, 9.
—— du maire de Montpellier, 13.
—— du préfet de l'Hérault, 14.
—— du secrétaire général, 16.
—— du trésorier, 30.
—— d'ouverture du président des 1re et 2e sections, 61.
Discours d'ouverture du président de la 7e section, 480.
Dissociation (Sur les lois de), 414.
Distillation sèche (Sur la) du trichloro-acétate de sodium, 468.
Distribution de la chaleur solaire sur le globe terrestre, 489.
Diurèse (Action du nitrate de potasse sur la), 970.
Dolmen (Fouilles d'un) à Frayssinet, 814.
Douanes (Les traités de commerce et les tarifs généraux des), 1170.
Doumet-Adanson. — Sur un projet d'aquarium maritime à Cette et sur la nécessité de cette création, 33.
—— Discussion sur un projet de construction d'un Observatoire sur le mont Aigoual, 516.
Drouineau (Dr). — Le budget de l'hygiène publique, 1152.
—— Discussion sur le mobilier scolaire et les attitudes vicieuses, 1174.
Duboscq. — Discussion sur les pouvoirs absorbant et émissif thermiques des flammes et sur la température de l'arc voltaïque, 389.
—— Expériences et présentation d'appareils, 404.
Ducornot. — Utilité du canal de l'Hérault pour les irrigations, 321.
Ducretet (E.). — Boussole des sinus et des tangentes de Pouillet, 390.
Dufour (H.). — Note sur un nouveau baromètre enregistreur, 393.
—— Sur le passage de l'air sec et de l'air humide à travers les plaques poreuses, 422.
—— Nouveau baromètre enregistreur, 518.
—— Unification des échelles employées dans les instruments enregistreurs, 518.
Dumas. — Présentation d'un bassin vicié, 892.
Duplay (S.). — Traitement chirurgical de l'hypospadias et de l'épispadias, 886.
Duponchel. — Sur le chemin de fer Transsaharien, 298.
Durand. — Ostéologie comparée du membre thoracique, 766.
—— Sur l'homologie et l'analogie en histoire naturelle, 777.
Durand (l'abbé). — Sur le Sahara central, 1110.
Dutailly (G.). — Recherches anatomiques et organogéniques sur les cucurbitacées et les passiflorées, 911.
—— Recherches sur le squelette fibro-vasculaire des cucurbitacées, 741.

Duvillier (E.). — Sur la séparation des ammoniaques composées, 429.
—— Sur la triméthylamine commerciale, 437.
Eau de Chatel-Guyon (Sur le chlorure de magnésium et l'), 955.
—— (Passage de l') et de l'air dans la terre arable, 993.
—— (Rôle de la surface libre de l'), 553.
—— (Théorie mathématique du mouvement de l') dans les courbes, 377.
Eaux minérales (Analyse des), 474.
Échanges internationaux (De la balance du commerce et du véritable rôle des métaux précieux dans les), 60.
Échinides (Notes sur les) recueillis dans les expéditions du *Challenger* et du *Blake*, 650.
—— (Considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les) de l'étage cénomanien de l'Algérie, 655.
Éclosion des vers à soie par le frottement, 754.
École d'agriculture (Études faites à l') de Montpellier sur les vins des cépages américains, 1068.
—— d'agriculture de Montpellier (Visite a l'), 1247.
—— (Hygiène de la maison d'), 50.
—— de Montpellier (Notice sur l') considérée sous le rapport de l'obstétrique, 917.
Ecoles de Marseille (La myopie dans les), 916.
—— (L'enseignement de la géométrie dans les) et les lycées, 1172.
Education (L') basée sur l'évolution organique individuelle et sur les conditions sociales, 1124.
—— physique et morale de la première enfance, 1174.
Eichthal (Ad. d'). — Discussion sur les fêtes publiques et particulièrement sur les fêtes locales, 1123.
—— Sur l'importation des blés américains, 1123.
Electricité de la pluie (Observations sur l'), 418.
—— statique (Sur une propriété caractéristique des surfaces du second degré dans la théorie de l'), 236.
Electro-magnétique (Machine), 376.
Elévation aux puissances (Sur l') et le calcul d'intérêts composés, 170.
Empreintes (Procédé pour relever les) sur le sol, 918.
Enfance (Education physique et morale de la première), 1174.
Engel. — Sur les lois de dissociation, 414.
—— Sur l'action tonique de l'hydrogène phosphoré, 444.
—— Sur l'action de l'hydrogène sulfuré sur le mercure, 444.
—— Sur la préparation de l'ammoniaque, 444.
—— Sur les densités de vapeurs anormales, 458.
Engrais chimiques (Culture du lin à l'aide des), 996.
—— (Nouveaux), 1054.
Engrenages (Module des), 329.
Enseignement (Réforme des méthodes d') en France, 9.
—— (Réforme des méthodes et des programmes d'), 1111.
—— (L') de la géométrie dans les écoles et les lycées, 1172.
Eocène (Cailloux rayés de), 594.
Epaule (Homologie des muscles de l') et du bassin, 778.
Epidémies (Observations nouvelles sur les) sévissant sur les insectes, 735.
Epispadias (Traitement chirurgical de l'hypospadias et de l'), 886.
Epoque celtique (Dictionnaire archéologique du département de l'Aude), 817.
Equation différentielle (De quelques propriétés d'une famille de courbes représentée par une) à deux variables, 117.
—— (Sur l'intégration de l') différentielle $y'' + Py' + Qy = 0$, 190.
Equations différentielles (Remarques sur les solutions singulières des) du 1er ordre à deux variables, 241.
—— (Sur les) aux dérivées partielles, 248.
—— linéaires (Sur certaines) contenant un paramètre variable, 253.
—— du 3e ordre (Sur les polynomes satisfaisant à une), 253.
—— linéaires (Recherches sur les) du second ordre, 278.
—— de degré premier (Sur les) solubles par radicaux, 245.
Equinoxe (Note sur la distribution de la chaleur solaire sur les différents points du globe terrestre dans les jours d') et de solstice, 489.
Erosion des cailloux quaternaires due à l'action du vent et du sable, 646.
Escary. — Valeur finale de la fonction Yn pour les valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n, 273.
Eschscholtzia (Mécanisme de la chute du calice operculaire des), 679.

Esclavage (L') dans l'Afrique occidentale, 1167.
Espagne (Dr). — L'ancienne manière de compter par nuit des Sémites et des Aryens rappelée par la philologie, 834.
Esprit scientifique (De l'influence sociale de l'), 16.
Etang de Berre (L') au point de vue militaire et commercial, 332.
—— d'Hourtin et de Lacanau (Les stations préhistoriques des), 807.
Ether (Danger de l'anesthésie par l') ou le chloroforme pendant la réduction de certaines fractures, 898.
Ethérisations (Etude comparative des) simples et mixtes avec les chloroformisations de même ordre, 935.
Ethnographie de quelques peuplades de l'Afrique, 839.
—— (Renseignements d') sur les Çomalis Medjourtines, 840.
Eustache. — Discussion sur les injections hypodermiques de chlorydrate de pilocarpine, 869.
—— Lésion des organes urinaires dans l'ovariotomie, 940.
—— Discussion sur la menstruation à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône, 967.
Excitabilité réflexe (Agents qui modifient l') du pneumogastrique, 775.
Excroissances fongueuses de l'urèthre considérées comme symptôme de la tuberculisation des organes urinaires de la femme, 977.
Excursions à Nimes et Aiguesmortes, 1224; à Balaruc et Cette, 1228; à Carcassonne et Perpignan, 1232; dans le Gard 1234; dans l'Hérault, 1238.
Exposition de 1878 (L'Association française à l'), 19.
Extenseurs du pied (Des effets de la rétractation des) et en particulier de l'atrophie de la masse fibro-graisseuse métatarso-phalangienne, 976.
Fabre (A.). — Présentation d'une carte en relief du département de l'Hérault, 1100.
Fabre de Rieunègre. — Utilité de la création de chaires d'hydrologie médicale, 950.
Fanton. — Présentation d'un salpingotome, 987.
Faulquier Cadet et Cie (Visite à l'usine de MM.), 1245.
Faune, troisième silurienne du Finistère, 669.
—— *erpétologique* d'Europe (points obscurs de la), 778.
Faunes lacustres de la région subalpine, 744.
—— paléozoïques (Étude sommaire des) du bas Languedoc et des Pyrénées, 662.
Fécondité (Rapport inverse entre la) des parents et le poids des nouveau-nés, 850.
Fêtes locales (Fêtes publiques et particulièrement les), 1122.
Fêtes publiques (Les) et particulièrement les fêtes locales, 1122.
Fer (Le) dans les mains de l'architecte, 338.
Ferme (Hygiène de la), 996.
Fertilisation (Peuplement et) du Sahara, 1070.
Feu grisou (Avertisseur du), 517.
Fibres musculaires (Structure des).
Fière (P.). — Grottes préhistoriques du Dauphiné, 852.
Fieuzal. — Discussion sur les injections hypodermiques de chlorhydrate de pilocarpine, 869.
—— Contribution à l'étude des kystes hydatiques sous-conjonctivaux, 914.
Filhol. — Sur les polysulfures, 449.
Finances (Les) de l'Association, 30.
Fines (Dr). — Allocution, 480.
—— Sur la mesure de la neige, 517.
—— Avertisseur du feu grisou, 517.
Finistère (Détermination de l'état hygrométrique de l'air sur le littoral du), 562.
Fistule anale (Sur un cas de), 989.
Foex (G.). — Résistance des vignes américaines, 1013.
—— Sur la réinvasion æstivale des vignobles soumis à divers traitements insecticides, 1064.
Foie (Nouveau mode de terminaison des kystes du), 948.
Fonction Yn (Valeur finale de la), 273.
Fontaine de Vaucluse (La), 348.
Forces (Le travail humain et la conservation des), 1007.
Forel (F.-A.). — Seiches et vibration des lacs et de la mer, 493.
—— Les faunes lacustres de la région subalpine, 744.
—— Statistique anthropologique en Suisse, 835.
Forestier. — Note sur les équations d'une même courbe en coordonnées polaires par rapport au même axe, 240.

Formes (Des) des grands navires à vapeur, 326.
Formule de Wallis (Considération sur la), 193.
Fossiles (Sur les ossements) des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, 585.
—— siluriens (Supplément au catalogue des) de l'Anjou et de la Bretagne, 663.
—— (Le pliocène de Castel d'Appio en Italie, nomenclature des) qu'il renferme, 670.
Fractures (Danger de l'anesthésie par l'éther ou le chloroforme pendant la réduction de certaines), 898.
Franck (F.). — Sur quelques agents qui modifient l'excitabilité réflexe du pneumogastrique, 775.
—— Discussion sur les affections cardiaques consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépatique, 939.
—— Sur l'innervation du cœur, 947.
Francq (L.). — La locomotive sans foyer, ses résultats ; applications diverses de son principe, 342.
Fredericq. — Travaux de zoologie exécutés au laboratoire de Roscoff, 771.
Freyssinet (Fouilles d'un dolmen à), 814.
Fromage (Visite aux caves de Roquefort, fabrication du), 1256.
Froment. — Projet d'un observatoire au Mézenc, 561.
Frommel (J.). — Sur la formation de l'aurine, 448.
—— Observations sur les bains sulfureux, 454.
Fulcrand (Colonel). — Reconnaissance au Sénégal en 1856, 1071.
—— Présentation des instruments de voyage et de reconnaissance du colonel Goulier, 1076.
Gayrauld. — Discussion sur la prothèse immédiate dans la pratique de certaines opérations sur la face, 913.
Galles du Térébinthe (Mémoire sur les), 681.
Gallinacées (Polydactylie héréditaire chez les), 817.
Gard (Excursion dans le), 1234.
Gariel. — Appareils et expériences pour les démonstrations d'optique élémentaire, 423.
Garrigou (le Dr). — Des sources minérales mercurielles de la France — analyse des eaux minérales, 474.
Genaille (H.). — Sur la machine électromagnétique, 376.
Genty. — Étude sur les courbes gauches unicursales, application aux quartiques et aux quintiques gauches, 253.
Génération (la) des pucerons, 772.
Géodésie (Problèmes de), 129.
Géographie physique (La) au point de vue de la défense du territoire, 37.
Géométrie (L'enseignement de la) dans les écoles et les lycées, 1172.
Germination (Du rôle des corps gras dans la) des graines, 699.
Giard. — Les Orthonectida, genre nouveau de l'embranchement des Vermes, 751.
—— Sur un champignon parasite du Chironomus riparius, 768.
—— Sur la croissance du ver solitaire (Tænia mediocanellata), 768.
Gisement quaternaire de Sarliève, 801.
Glaize. — Discussion sur l'éducation basée sur l'évolution organique individuelle et sur les conditions sociales, 1143.
Glaucome (Guérison du) simple par la sclérotomie, 856.
Glénard. — Sur un nouveau principe immédiat retiré de la racine d'Ipéca, 442.
Gosse (Dr). — Matériel de l'ouvrier en métaux à l'âge du bronze, 816.
—— Discussion sur l'âge du bronze en Médoc, 823.
—— Discussion sur le rapport inverse entre la fécondité des parents et le poids des nouveau-nés, 851.
Goulier (Appareil du colonel), 1076.
Grad (Charles). — Sur la formation des charbons feuilletés glaciaires de la Suisse, 636.
Graine de Lin (Composition chimique de la), 1056.
Graissessac (Visite aux mines de), 1255.
Grasset. — Rapports de la lèpre tuberculeuse et de la sclérodermie, 902.
Gravelle urinaire (Traitement de la) par les stigmates de maïs, 946.
Greffe (La) des vignes américaines, 1069.
Grêle (Influence du relief du sol sur la), 542.
—— (Examen critique des diverses théories de la), 543.
Grignon (Culture du champ d'expériences de), 1006.
Grimald (Dr). — Présentation d'un dictionnaire de botanique, 679.
Grosset. — Discussion sur les fêtes publiques et particulièrement sur les fêtes locales, 1123.

Grottes quaternaires (De quelques hypérostoses de poissons trouvées dans les) de Menton en Italie, 595.
Grottes préhistoriques du Dauphiné, 852.
Groult. — Le progrès par l'initiative privée dans les cantons ruraux. Les théâtres ruraux, 1121.
Grynfelt. — Discussion sur la prothèse immédiate dans la pratique de certaines opérations de la face, 913.
—— Discussion sur un nouveau mode de terminaison des kystes du foie, 948.
Guébhard (A.). — Nouveau procédé phonéidoscopique par les anneaux colorés d'interférence, 395.
—— Osmose de l'alcool à travers la gutta-percha, 410.
Guieysse (P.). — Étude sur les sondages, 211.
Guillaud. — Discussion sur les tubéroïdes de M. Duchartre, 729.
Gutta-percha (Osmose de l'alcool à travers la), 410.
Guyot (Yves). — Discussion sur la transformation des octrois en taxe directe, 1151.
—— Discussion sur la circulation internationale des monnaies, 1165.
—— Discussion sur les traités de commerce et le tarif général des douanes, 1171.
Gymnote (Structure de l'appareil électrique du), 775.
Habitations ouvrières (Sur les) exposées en 1878, 1053.
Haller. — Sur de nouveaux dérivés du camphre, 444.
Hancelin. — Discussion sur la ponction capillaire dans l'ascite, 890.
Hart (Appareils de), 376.
Hauteurs barométriques (Tables nouvelles pour réduire les) au niveau de la mer, 561.
Hebenstreitia (Organogénie florale des selaginées et des), 743.
Heckel. — Étude sur la cristalline, 680.
—— Discussion sur la préparation du curare, 686.
—— De la Cleistogamie dans le pavonia hastata et dans quelques autres plantes, 698.
—— De l'organisation des dicranum, 698.
Hémorrhagies intermittentes d'origine paludéenne, 891.
—— bronchiques (Des) dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire, 892.
Henri-Petit. — Discussion sur l'étude physiologique de l'acide salicylique, 862.
—— Perforation méconnue du crâne par les tumeurs paracrâniennes, 955.
Henrot (Dr H.). — Discussion sur les lésions du péritoine chez les alcoolisés, 860.
—— De la ponction capillaire dans l'ascite, 887.
—— Discussion sur un nouveau mode de terminaison des kystes du foie, 948.
Henry (Louis). — Sur l'oxydation spontanée de l'acide nitrolactique, 460.
—— Sur l'addition d'oxygène libre aux composés non saturés, 461.
—— Sur la distillation sèche du trichloroacétate de sodium, 468.
Hérault (Excursion dans l'), 1238.
Hermary. — Sur le jeu du solitaire, 284.
Hernie étranglée (L'immobilisation de l'anse intestinale dans quelques cas graves d'opération de), 907.
Homologie (L') et l'analogie en histoire naturelle, 777.
—— des muscles de l'épaule et du bassin, 778.
Hôpital (Le nouvel) de Montpellier, 916,
Hôpitaux (Nécessité de créer des) pour les phtisiques dans le midi de la France, 969.
Hortolès (Ch.). — Discussion sur la prothèse immédiate, dans la pratique de certaines opérations de la face, 913.
—— Étude comparative des éthérisations simples et mixtes avec les chloroformisations de même ordre, 935.
Hourtin (Les stations préhistoriques des étangs d') et de Lacanau (Gironde), 807.
Houzé de l'Aulnoit. — Discussion sur la résection du coude, 954.
—— Nouvelle méthode d'apprécier la marche de la cicatrisation et les modifications de volume des organes, 969.
Hovelacque. — Discussion sur les dangers des croisements ethniques, 197.
—— Discussion sur les fouilles d'un dolmen à Freyssinet, d'une sépulture à Chassagnette et une caverne des bords de l'Allagnon.
—— Discussion sur l'accroissement de la taille moyenne des conscrits de la Savoie, majorité des blonds dans les infirmes et les illettrés, 829.
—— Discussion sur la statistique anthropologique en Suisse, 836.

Hovelacque. — Présentation de cartes linguistiques, 839.
Hydatides (Les) description et distribution géographique locale, 752.
Hydrogène phosphoré (Action toxique de l'), 444.
—— sulfuré (Action de l') sur le mercure), 444.
Hydrologie médicale (De l'utilité des chaires d'), 950.
Hygiène de la maison d'école, 50.
—— de la ferme, 996.
—— publique (Le budget de l'), 1152.
Hygrométrie (Détermination de l') de l'air sur le littoral du Finistère, 562.
Hyperostoses (De quelques) de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de Menton, en Italie, 595.
Hypospadias (Traitement chirurgical de l') et de l'épispadias, 886.
Ichthyose cornée (Observation d'un cas d'), 929.
Ignipuncture (L') dans le traitement de l'arthrosynovite fongueuse et du sarcocèle tuberculeux, 900.
Ile de Kerguelen (Étude météorologique de l'), 483.
Illusion (Note sur une) d'optique, 299.
Importation (Sur l') des blés américains 1123.
Inflammations (Diversité des altérations histologiques de l'utérus en rapport avec la diversité des) de cet organe, 970.
Infusoires (Méthode de conservation des) 777.
Injections hypodermiques de chlorhydrate de pilocarpine, 868.
Innervation du cœur (sur l'), 947.
Inscription (Sur l') dans le cercle du polygone régulier de 17 côtés, 162.
Insectes (Nouvelles observations sur les épidémies sévissant sur les), 735.
Insecticides (Réinvasion æstivale des vignobles soumis à divers traitements), 1064.
—— (Le phylloxéra, les), les vignes américaines, 1023.
—— (Les) et leur rôle dans la viticulture, 1067.
Instruments enregistreurs (Unification des échelles dans les), 518.
—— de voyage et de reconnaissance, (Présentation des) du colonel Goulier, 976.
Intégration (Sur l') de l'équation différentielle, $y'' + Py' - Qy = 0$, 190.
Intensité calorifique (Mesure de l') et de la transmissibilité des radiations solaires dans les observatoires météorologiques, 567.
Intérêts composés (Sur l'élévation aux puissances et le calcul d'), 170.
Interférence (Nouveau procédé phonéidoscopique par les anneaux colorés d'), 395.
Inventions mathématiques de Viète, 143.
Invertébrés (Modification de taille observée chez les) dragués à de grandes profondeurs, 772.
Ipéca (Nouveau principe immédiat retiré de la racine d'), 442.
Irréductibilité (Sur l') au point de vue arithmétique, 162.
Irrigations (Utilité du canal de l'Hérault pour les), 321.
—— (Les), 1182.
Janni (G.). — Résolution du problème de Jacobi et de celui de Reimann, 260.
Jaumes. — Discussion sur les hémorrhagies intermittentes d'origine paludéenne, 891.
—— Procédé à employer pour relever les empreintes sur le sol, 918.
Jeanjean (A.). — Etude sur l'oxfordien supérieur, le corallien et le néocomien inférieur dans les Cévennes, 610.
Jeu de dames à la polonaise, 149.
Jeu (Sur le) du solitaire, 284.
Jobert. — Sur la préparation du curare, 685.
—— Sur la maladie des caféiers, 725.
—— Sur la prétendue voix de certains poissons siluroïdes, 943.
—— Sur le rôle des renflements œsophagiens du tétraodon, 766.
—— Mode d'existence d'une taupe grillon amazonienne, 774.
—— Sur l'action des poisons ichthyothères employés par les Indiens de l'Amazone, 775.
—— Structure de l'appareil électrique du gymnote, 775.
Joly (A.). — Discussion sur l'étude sur la cristalline, 681.
—— Etudes sur le bananier, 686.
—— Discussion sur la génération des pucerons, 774.
Kempe (Appareils de), 376.
Kerguélen (Etude météorologique de l'île de), 483.
Kiew (Etat sanitaire des populations du gouvernement de), 863.

Kownacki. — Discussion sur la réforme des méthodes et des programmes d'enseignement, 1121.
—— Discussion sur les fêtes publiques et particulièrement les fêtes locales, 1123.
—— La question des maîtres d'études, 1166.
Kyste hydatique congénital dans la région temporale, 769.
Kystes (Analyse de liquides de) et de prétendus calculs de cholestérine, 882.
—— *hydatiques* (Étude des) sous-conjonctivaux, 914.
—— du foie (Nouveau mode de terminaison des), 948.
Laboratoire (Le) de zoologie expérimentale de Roscoff, 767.
—— (Travaux de zoologie exécutés au) de Roscoff, 771.
La Blanchère (H. de). — Appareil reproducteur et reproduction de l'anguille, 775.
—— Importation en France du cheval des Pampas, 991.
Lacanau (Les stations préhistoriques des étangs d'Hourtin et de) (Gironde), 807.
Lacaze Duthiers (de). — Sur la croissance du ver solitaire (Tænia mediocanellata), 749.
—— Nouveau mode de parasitisme observé chez la « Laura Gerardiæ » genre de crustacé non décrit, 749.
—— Le laboratoire de zoologie expérimentale de Roscoff, 767.
Lacustre (Faune) de la région subalpine, 744.
Ladureau (A.). — Acclimatation de la luzerne du Chili (medicago apiculata), 1056.
—— Étude de la culture du lin à l'aide des engrais chimiques, 996.
—— Du rôle des corps gras dans la germination des graines, 699.
La Gournerie (de). — Expériences pour démontrer la direction des pressions dans les arches biaises, 302.
Laisant. — Discours d'ouverture, 61.
—— Sur la transformation exponentielle, 206.
Laissac. — Discours, 15.
Lampes électriques (L'arc voltaïque dans les) à charbons mobiles, 402.
Lancereaux. — Discussion sur les affections cardiaques consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépatique, 939.
—— Discussion sur les perforations méconnues du crâne par les tumeurs parcrâniennes, 956.
Lancereaux. — Le Diabète maigre et ses relations avec les lésions du pancréas, 956.
Landré (C.-L.). — Remarque sur les solutions singulières des équations différentielles de l'ordre à deux variables, 241.
Lannegrace. — Sur les leucocytes, 947.
—— Sur le sang de l'axolotl et des batraciens, 766.
Laquière. — Théorie nouvelle de la trajectoire dans le vide. — Sur l'emploi des télémètres, 240.
Lataste (F.). — Discussion sur l'organe électrique de la torpille, 753.
—— Sur l'accouplement des ophidiens, 765.
—— Sur les points obscurs de la faune erpétologique d'Europe, 776.
Laura Gerardiæ (Nouveau mode de parasitisme observé chez la) genre de crustacé non décrit, 749.
Laussedat (le colonel). — La géographie physique au point de vue de la défense du territoire, 37.
—— Discussion sur une illusion d'optique, 302.
—— Présentation du réflecteur du colonel Mangin, son application à la lumière électrique au point de vue militaire, 378.
Lebesconte. — Supplément au catalogue des fossiles siluriens du Poitou et de la Bretagne, 663.
Leenhardt. — Discussion sur l'étude de l'oxfordien supérieur, le corallien et le néocomien inférieur dans les Cévennes, 626.
—— Présentation d'une carte géologique du mont Ventoux, 650.
—— Discussion sur la Crau, 660.
Légendes et superstitions du Berry préhistorique, 829.
Lemoine (Em.). — Les machines à air comprimé, 376.
—— Découverte de sources d'eau minérale à Ripervillié (Alsace), 941.
Lemoine (Dr O.). — Sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, 585.
Leneveu (E.). — Module des engrenages, 329.
Lèpre tuberculeuse (Rapport de la) et de la sclérodermie, 902.
Lésion hématique (La maladie et sa), 870.
Lespiault. — Influence du relief du sol sur la grêle, 542.

Létiévant. — De la prothèse immédiate dans la pratique de certaines opérations sur la face, 910.
Leucocytes (Sur les), 947.
Leudet.—Les lésions du péritoine chez les alcoolisés, 860.
—— Discussion sur les injections hypodermiques de chlorhydrate de pilocarpine, 869.
—— Discussion sur la ponction capillaire dans l'ascite, 890.
Lias. — (Les ammonites du), 573.
Lichtenstein (J.). — Sur la génération des pucerons, 772.
—— Discussion sur la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles, sous l'influence de la lumière artificielle, 992.
—— Discussion sur le traitement des vignes phylloxérées, 1050.
Lin (Culture du lin) à l'aide des engrais chimiques, 996.
Lin (Composition chimique de la graine de), 1056.
Livon. — Contribution à l'étude physiologique de l'acide salicylique, 861.
Locomotive sans foyer (La); ses résultats pratiques; applications diverses de son principe, 342.
Logarithmes d'addition et de soustraction (théorie et pratique des), 180.
Lois de dissociation (Sur les), 414.
Lorin. — Action spéciale de l'acide formique sur la térébenthine, 458.
—— Thermo-chimie. — Etude préliminaire de l'action des acides sur les sels sans l'action d'un dissolvant, 477.
—— Sur la préparation industrielle de l'acide formique cristallisable, 478.
Loriol (P. de). — Discussion sur l'étude de l'oxfordien supérieur, le corallien et le néocomien inférieur dans les Cévennes, 626.
—— Les Crinoides fossiles de la Suisse, 627.
—— Note sur les échinides recueillies dans les expéditions du *Challenger* et du Blake, 650.
Lucas (Ed.). — Sur le jeu de dames à la polonaise, 149.
—— Sur l'irréductibilité au point de vue arithmétique, 162.
—— Sur le problème des huit reines, 193.
Lumière artificielle (Décomposition de l'acide carbonique par les feuilles sous l'influence de la), 992.
Lumière électrique (présentation du réflecteur du colonel Mangin, son application à la) au point de vue militaire, 378.
—— électrique (La), 1218.
Luys Cabello y Ybanez. — Sur les terrains calcaires de Barcelone au point de vue chimique, 442.
Luzerne du Chili (Acclimatation de la), medicago apiculata, 1056.
Lycées (L'enseignement de la géométrie dans les écoles et les), 1172.
Lyon (Observatoire de), 552.
Machine magnéto-électrique, 376.
—— à air comprimé, 376.
—— magnéto-électrique (Nouvelle), 417.
—— dynamo-électrique (Nouvelle), 417.
—— magnéto-électrique, du genre de celle de Gramme, 427.
Mairet. — Action du nitrate de potasse au point de vue de la diurèse, 970.
Maistre. — Discussion sur le traitement des vignes phylloxérées, 1050.
—— De la conservation des vignes françaises, 1066.
Maîtres d'études (la question des), 1166.
Maladies fébriles (Application d'un nouvel appareil de réfrigération au traitement des), 975.
Maladie du caféier, 726.
—— du châtaignier, 730, 733, 734.
—— des vignes (Variations de prix provoquées par les progrès de la) dans le Midi, 1050.
—— du système aérien de la vigne, 1054.
Mangin (Réflecteur du colonel), 378.
Marbre griotte (Le) des Pyrénées, 668.
Marchand (Eugène). — Note sur la distribution de la chaleur solaire sur les différents points du globe terrestre dans les jours d'équinoxe et de solstice, 489.
Marées de la Manche et de la mer du Nord, observations faites en 1878, 381.
Marès (H.). — Le phylloxera, les insecticides, les vignes américaines, 1023.
Marion. — Sur le développement des cormilariens, 771.
—— Sur les modifications de taille observées chez les invertébrés draguées à de grandes profondeurs, 772.
Marquez (Dr). — Note sur le sable intestinal, 878.
—— Discussion sur les hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire, 897.

Marsilly (L. J. A. de C. de). — Mémoire sur une méthode de calcul appropriée aux corps discontinus qui obéissent à des actions à distance, 261.

Martinet (L.). — Polydactylie héréditaire chez les gallinacées, 817.

—— Le Berry préhistorique, légendes et superstitions, 829.

Mammifères fossiles (Les) de Pézenas (Hérault), 670.

Manche (Marées de la) et de la mer du Nord. (Observations faites en 1878), 381.

Manier. — Sur la transformation du canal du Midi, 297.

Manufacture de draps (Visite à la) de Villeneuvette, 1254.

Massart. — Discussion sur les injections hypodermiques de chlorhydrate de pilocarpine, 669

—— Hémorrhagies intermittentes d'origine paludéenne, 891.

Masse (E.). — De l'origine du ténia inerme de l'homme, 783.

—— Discussion sur la comparaison des éthérisations simples et mixtes avec les chloroformisations de même ordre, 938.

—— Discussion sur un nouveau mode de terminaison des kystes du foie, 948.

—— Discussion sur le diabète maigre et ses relations avec les lésions du pancréas, 956.

—— De l'influence du mouvement et de la position sur les articulations, 957.

Masson (G.). — Les finances de l'Association, 30.

Matériel de l'ouvrier en métaux de l'âge du bronze, 816.

Matières sèches (Pertes de) que subissent les plantes herbacées au moment de la maturation, 1053.

Matières premières (Projet d'organisation de musées pour les) de l'industrie et les produits fabriqués, 1072.

Mattei (H.). — Discussion sur la ponction capillaire dans l'ascite, 896.

—— Discussion sur un bassin vicié, 892.

—— Notice historique sur l'école de Montpellier, considérée sous le rapport de l'obstétrique, 917.

Maturation (Pertes de matières sèches que subissent les plantes herbacées au moment de la), 1053.

Maunoir. — Discussion sur une reconnaissance au Sénégal en 1856, 1071.

Maze (l'abbé). — Conversion des températures Fahrenheit en températures centigrades.

Médicago apiculata (Acclimatation de la luzerne du Chili), 1056.

Membre thoracique (Ostéologie comparée du), 766.

Menier. — De la transformation des octrois en taxe directe, 1144.

Menstruation (Statistique sur la) à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône, 962.

Menton (De quelques hyperostoses de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de) en Italie, 595.

Mercadier. — Discussion sur les pouvoirs absorbant et émissif thermiques des flammes et sur la température de l'arc voltaïque, 389.

—— Mesure des amplitudes des mouvements vibratoires, 392.

—— Expériences et présentation d'appareils, 404.

—— Recherches sur la pile de Bunsen, 422.

Mercure (Action de l'hydrogène sulfuré sur le), 444.

Mer du Nord; Marées de la Manche et de la mer du Nord, observations faites en 1878, 381.

Merget. — Respiration chlorophyllienne des plantes submergées, 698.

Mesure des amplitudes des mouvements vibratoires, 392.

—— des hautes températures (Appareil pour la), 392.

—— spectro-photométrique de la température des flammes, 413.

Météorologie de l'île de Kerguelen, 483.

Méthode de calcul appropriée aux corps discontinus qui obéissent à des actions à distance, 261.

Mézenc (Projet d'un observatoire au), 561.

Milliot (Dr). — Discussion sur le procédé à employer pour relever les empreintes sur le sol, 918.

—— Des aiguilles introduites dans le corps humain et de leur migration, du diagnostic des aiguilles et de leur extraction, 950.

Mines (Visite aux) de Graissessac, 1255.

Mismer. — Sur la réforme des méthodes et des programmes d'enseignement, 1111.

Mobilier scolaire (Le) et les attitudes vicieuses, 1173.

Module des engrenages, 329.

Moitessier. — Sur les lois de dissociation, 414.

Mondot (Dr). — Discussion sur la résection du coude, 954.

Mondot (Dr). — Discussion sur la menstruation à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône, 968.
—— Sur un cas de fistule anale, 989.
—— Discussion sur l'esclavage dans l'Afrique occidentale, 1168.
Mongellas. — Nouveau mode de plantations des vignes françaises, 1066.
Monnaies internationales (Du système monétaire en général et d'une circulation de), 1161.
—— (De la circulation internationale des), 1164.
Mont Aigoual (Sur le projet de construction d'un observatoire sur le), 514, 516.
Mont Ventoux (Observation du), 501.
Mont Ventoux (Présentation d'une carte géologique du), 650.
Monuments mégalithiques (Les) du Portugal, 823.
Morière. — Note sur une station de silurien à la Brèche-au-Diable (Calvados), 663.
Morphine (Sur le dosage de la) dans l'opium, 446.
Mouchot (Chaudière solaire de M.), 341.
Mouflon (Le) quaternaire, 600.
Mouvements vibratoires (Mesure des amplitudes des), 392.
Mouvements (Influence des) et de la position sur les articulations, 957.
Muller (Mme). — Discussion sur la réforme des méthodes et des programmes d'enseignements, 1121.
Musées (Projet d'organisation des) pour les matières premières de l'industrie et les produits fabriqués, 1072.
Muller. — Discussion sur la transformation des octrois en taxe directe, 1152.
—— Discussion sur la question des maîtres d'études, 1166.
Musa Paradisiaca (Etudes sur le), 686.
Musgrave-Claye (de). — Sur la nécessité de créer des hôpitaux pour les phtisiques dans le midi de la France, 969.
Myopie (La) dans les écoles de Marseille, 916.
Navigation astronomique (Mémoire sur la nouvelle), 138.
Navires à vapeur (Des formes des grands), 326.
Neige (Sur la mesure de la), 517.
Néocomien inférieur (Etudes sur l'oxfordien supérieur, le corallien et le) dans les Cévennes, 610.
Nepveu. — Des effets de la rétraction des extenseurs du pied et en particulier de l'atrophie de la masse fibro-graisseuse métatarso-phalangienne, 976.
Nicati. — La myopie dans les écoles de Marseille, 916.
Nîmes (Excursion à), 1224.
Nitrate de potasse (Action du) au point de vue de la diurèse, 970.
Noilly-Prat et Cie (Visite aux chais de MM.), 1252.
Noms arabes (Transcription pratique au point de vue français des) en caractères latins, 1079.
Noyers (Organogénie des fleurs femelles et des fruits des), 726.
Nuages (Sur la constitution des), 501.
Observatoire du mont Ventoux, 501.
—— du Pic-du-Midi, 513.
—— (Sur le projet de construction d'un) sur le mont Aigoual, 514 à 516.
—— de Lyon, 552.
—— (Projet d'un) au Mézenc, 561.
—— météorologiques (Mesure de l'intensité calorifique et de la transmissibilité des radiations solaires dans les) 567.
Obstétrique (Notice sur l'Ecole de Montpellier considérée sous le rapport de l'), 917.
Octrois (Transformation des) en taxes directes, 1144.
Olivier (Composition de la feuille de l'), 443.
Ollier. — De la résection du coude, 953.
Ollier de Marichard. — Les troglodytes de l'Ardèche ou première page inédite de l'histoire du Vivarais, 797.
Oltramare. — Sur la constitution des nuages, 501.
Ondulations de la mer (Études expérimentales sur les), 367.
Ophidiens (Accouplement des), 765.
Opium (Sur le dosage de la morphine dans l'), 446.
—— (Effets physiologiques de l'), 968.
Optique (Note sur une illusion d'), 299.
—— élémentaire (Appareils et expériences pour les démonstrations d'), 423.
Organe électrique (L') de la torpille, 753.
Organes urinaires (Lésion des) dans l'ovariotomie, 940.
—— génitaux de la femme (Présentation de planches et pièces relatives aux), 975.

Organes urinaires de la femme (Excroissances fongueuses de l'urèthre considérées comme symptôme de la tuberculisation des), 977.
Organogénie des cucurbitacées et des passiflorées, 711.
—— des fleurs femelles et des fruits des noyers, 726.
—— florale des sélaginées et des hebenstreitia, 742.
Orifices artériels (Sur le plateau des) du cœur, 992.
Orthonectida (Les) genre nouveau de l'embranchement des vermes, 751.
Os supplémentaire de la 2e rangée du carpe analogie avec le carpe du singe, 850.
Oscillations d'eau (Sur les) dans les réservoirs à air, 331.
—— périodiques (Sur les) de la température, 497.
Osmose de l'alcool à travers la gutta-percha, 410.
Ostéologie comparée du membre thoracique, 766.
Outremers (Sur les), 442.
Ovariotomie (Lésions des organes urinaires dans l'), 940.
Ovales de Cassini (Présentation d'appareils pour le tracé des lignes droites et des), 128.
Oxydation spontanée (Sur l') de l'acide nitrolactique, 460.
Oxyde de cuivre (Action oxydante de l'), 440.
Oxygène libre (Sur l'addition de l') aux composés non saturés, 460.
Oxfordien supérieur (Étude sur l'), le corallien et le néocomien dans les Cévennes, 610.
Dr Pamard, — Observatoire du mont Ventoux, 501.
Pampas (Importation en France du cheval des), 991.
Pancréas (Le diabète maigre et ses relations avec les lésions du), 956.
Paraboles (Sur la quadrature des) du 3e degré, 150.
Paramètre variable (Sur certaines équations différentielles contenant un), 253.
Parasite (Le) de la maladie du châtaignier, 730.
Parasitisme (Nouveau mode de) observé chez la Laura Gerardiæ, genre de crustacé non décrit, 749.
Purmentier (le général). — Sur la quadrature des paraboles du 3e degré, 150.
—— De la transcription pratique au point de vue français des noms arabes en caractères latins, 1076.
Parrot (J.). — Sur le plateau des orifices artériels du cœur, 922.
Passiflorées (Organogénie des cucurbitacées et des), 711.
Passy (Fréd.). — De la balance du commerce et du véritable rôle des métaux précieux dans les échanges internationaux, 60.
—— Des fêtes publiques et particulièrement des fêtes locales, 1122.
—— Discussion sur l'éducation basée sur l'éducation organique individuelle et sur les conditions sociales, 1143.
—— Discussion de la transformation des octrois en taxe directe, 1151.
—— Discussion sur une étude des habitations ouvrières exposées en 1878, 1161.
—— Discussion sur la circulation internationale des monnaies, 1165.
—— Discussion sur la question des maîtres d'études, 1165.
—— Discussion sur l'esclavage dans l'Afrique occidentale, 1169.
—— Discussion sur les traités de commerce et le tarif général des douanes, 1171.
Pays Çomal (Plages anciennes du), 654.
—— Çomalis (les), 1070.
Pavonia hastata (De la cleistogamie dans le) et dans quelques autres plantes, 698.
Peaucellier (Appareils de), 376.
Pécholier. — Sur les effets physiologiques de l'opium, 968.
Pellet (A. E.). — Sur les équations de degré premier solubles par radicaux, 245.
Perforation méconnue du crâne par des tumeurs paracrâniennes, 955.
Péritoine (Les lésions du) chez les alcoolisés, 860.
Perpignan (Excusion à), 1232.
Peuplement et fertilisation du Sahara, 1070.
Perry (le R. P.). — Etude météorologique sur l'île de Kerguelen, 483.
Philologie (Ancienne manière de compter par nuit des Sémites et des Aryens rappelée par la), 834.
Phonéidoscopie (Nouveau procédé de) par les anneaux colorés d'interférence, 395.
Phonographe (Petite modification dans le), 415.
Phosphate de chaux de Cette, 662.

Phtaléines (Sur l'acide pyrogallique et ses), 455.
Phtisie pulmonaire (Des hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la), 892.
Phtisiques (Nécessité de créer des hôpitaux pour les) dans le midi de la France, 969.
Phylloxera (Le) les insecticides, les vignes américaines, 1023.
Pic-du-Midi (Observatoire du), 513.
Picquet. — Sur les polygones à la fois inscrits et circonscrits aux courbes de 3e ordre, 245.
Pifre. — Sur l'utilisation de la chaudière solaire dans les appareils de M. Mouchot, 341.
Pile de Bunsen (Recherches sur la), 422.
Pilocarpine (Injections hypodermiques de chlorhydrate de), 868.
Pin Mugho (Le), 739.
Plages anciennes du pays Çomal, 654.
Planchon (J.-E.). — Discussion sur les tubéroïdes de M. Duchartre, 729.
—— Sur la maladie des châtaigniers, 733.
—— Sur les principaux types (Espèces ou variétés) de vignes américaines, 1007.
—— Les maladies du système aérien de la vigne, 1054.
—— Discussion sur les insecticides et leur rôle dans la viticulture, 1067.
Planques (Dr G.). — Station néolithique du moulin de Sauret près Montpellier, 853.
Plantation (Nouveau mode de) des vignes françaises, 1066.
Plantes herbacées (Pertes de matières sèches que subissent les) au moment de la maturation, 1053.
Plaques poreuses (Passage de l'air sec et de l'air humide à travers les), 422.
Plateau (Sur le) des orifices artériels du cœur, 922.
Pliocène (Le) de Castel d'Appio en Italie, nomenclature des fossiles qu'il renferme, 670.
Pluie (Observations sur l'électricité de la), 418.
Pneumogastrique (Quelques-uns des agents qui modifient l'excitabilité réflexe du), 775.
Podolinski (Dr S). — L'état sanitaire des populations de Kiew, 863.
—— Le travail humain et la conservation des forces, 1007.
Poids des nouveau-nés (Rapport inverse entre la fécondité des parents et le), 851.
Poisons ichtyothères (Action des) employés par les Indiens de l'Amazone, 775.
Poissons siluroïdes (Prétendue voix de certains), 743.
Polydactylie héréditaire chez les gallinacées, 817.
Polysulfures (Sur les), 449.
Polygone régulier de 17 côtés, 162.
Polygones (Sur les) à la fois inscrits et circonscrits aux courbes du troisième ordre, 245.
—— de neuf côtés (Application faite par Viète de l'algèbre à la géométrie. Application de cette méthode au), 248.
Polynômes (Sur des) satisfaisant à une équaquation différentielle du troisième ordre, 253.
Pomel. — Discussion sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, 585.
—— Discussion sur le mouflon quaternaire, 609.
—— Discussion sur l'érosion des cailloux quaternaires due à l'action du vent et du sable, 646.
—— Discussion sur les plages anciennes du pays Çomal, 655.
—— Discussion sur les considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les échinides de l'étage cénomanien de l'Algérie, 660.
—— Présentation d'argile comestible, 661.
—— Sur les mammifères fossiles de Pézenas, 670.
Pommerol (Dr F.). — Le mouflon quaternaire, 600.
—— Le gisement quaternaire de Sarlièvre, 801.
—— Discussion sur les fouilles d'un dolmen à Freyssinet, d'une sépulture à Chassagnette et d'une caverne des bords de l'Allagnon (Puy-de-Dôme), 814.
Poncet (A.). — Discussion sur un bassin vicié, 892.
—— Discussion sur les hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phtisie pulmonaire, 898.
—— Du danger de l'anesthésie par l'éther ou le chloroforme pendant la réduction de certaines fractures, 898.
Ponction capillaire (La) dans l'ascite, 887.
Pons. — Discussion sur le traitement de la gravelle urinaire par les stigmates de maïs, 946.
Populations (Etat sanitaire des) du gouvernement de Kiew, 863.

Position (Influence du mouvement et de la) sur les articulations, 957.
Port de Cette (Visite au port de), 1252.
Portugal (Monuments mégalithiques du), 823.
Potain. — Discussion sur les lésions du péritoine chez les alcoolisés, 861.
—— Discussion sur la ponction capillaire dans l'ascite, 890.
—— Discussion sur les hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phtisie pulmonaire, 898.
—— Discussion sur les affections cardiaques.
Pourquier. — Les hydatides ; description et distribution géographique locale, 752.
Poussan (Tranchée de), 662.
Pouvoirs thermiques des flammes, 387.
Préaubert (E.). — Observations sur l'électricité de la pluie, 418.
Pressions (Expériences pour déterminer la direction des) dans les arches biaises, 302.
Problème des huit reines, 193.
Problème de Jacobi (Résolution du) et de celui de Reimann, 260.
Produits fabriqués (Projet d'organisation de musées pour les matières premières et les), 1072.
Projection (De la) sur une surface, 155.
Prompt (P. I.). — Note sur une illusion d'optique, 299.
—— Théorie mathématique des abordages, 312.
Propriété (Sur une) caractéristique des surfaces du second degré dans la théorie de l'électricité statique, 236.
Prothèse (La) immédiate dans la pratique de certaines opérations de la face, 910.
Pucerons (La génération des), 772.
Puissances de 5 (Propriétés des) et de leurs multiples, 176.
Quadrature (Sur la) des paraboles du 3e degré, 150.
—— du cercle (Sur quelques constructions graphiques de Viète relatives à la), 283.
Quartiques gauches (Etudes sur les courbes gauches unicursales, application aux) et aux quintiques gauches, 253.
Queirel (Dr). — Discussion sur le traitement de la gravelle urinaire par les stigmates de maïs, 946.
—— Recherches statistiques sur la menstruation à Marseille et dans les Bouches-Rhône, 962.
Quinquaud (Dr). — La maladie et sa lésion hématique, 870.
Quintiques gauches (Etude sur les courbes gauches unicursales, application aux quartiques et aux), 253.
Racines phylloxérées (Effets de la submersion sur la constitution élémentaire des). 1064.
Radiations ultra violettes (Sur l'absorption des) des spectres solaires, 414.
—— solaires (Mesure de l'intensité calorifique de la transmissibilité des) dans les observations météorologiques, 567.
Ragona. — Sur une nouvelle méthode pour mesurer la déclinaison magnétique en un lieu donné, 193.
—— Variation diurne de la vitesse du vent, 482.
—— Abri portatif pour thermomètres, 482.
—— Sur le régime des vents à Modène, 500.
Rapport (Sur la valeur du) de la circonférence au diamètre donné par Viète, 170.
Reconnaissances au Sénégal en 1856, 1071.
Redier. — Présentation d'appareils enregistreurs, 517.
Réflecteur (Présentation du) du colonel Mangin ; son application à la lumière électrique au point de vue militaire, 378.
Réforme des méthodes d'enseignement en France, 9, 1111.
Reims (Ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de), 585.
Renaud (Georges). — Sur les traités de commerce et le tarif général des douanes, 1170.
Renflements œsophagiens (Rôle des) du tétraodon, 766.
Renouard (Alf.). — Sur un système de cônes conjugués à profil hyperbolique pour le mouvement différentiel des bancs à broches, 378.
—— Discussion sur l'acclimatation de la luzerne du Chili (medicago apiculata), 1063.
Reproduction de l'anguille, 775.
Résection (Sur la) du coude, 953.
Réservoirs à air (Sur les oscillations d'eau dans les), 331.
Respiration chlorophyllienne des plantes submergées, 688.
Revoil (G.). — Plages anciennes du pays Çomal, 654.
—— Renseignements ethnographiques sur les Çomalis Medjourtines, 840.
—— Les pays Çomalis, 1071.
Reynès. — Les ammonites du lias, 573.

Ripervillé (Alsace) (découverte de sources d'eau minérales à), 941.
Risler. — Destruction de la cuscute, 1064.
Ritter (F.). — Quelques inventions mathématiques de F. Viète, 143.
—— Sur la valeur du rapport de la circonférence au diamètre donné par Viète, 170.
—— Application faite par Viète de l'algèbre à la géométrie; application de cette méthode au polygone à neuf côtés, 248.
—— Sur quelques constructions graphiques de Viète relatives à la quadrature du cercle, 283.
Rivière (Em.). — De quelques hyperostoses de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de Menton en Italie, 595.
—— Le pliocène de Castel d'Appio en Italie, nomenclature des fossiles qu'il renferme, 670.
Rochard (Dr). — Sur la résection du coude, 954.
Roche (Ed.). — Sur l'aplatissement terrestre et la distribution de la matière à l'intérieur du globe, 187.
—— Sur les oscillations périodiques de la température, 497.
Roehrig. — Projet d'organisation de musées pour les matières premières de l'industrie et les produits fabriqués, 1072.
Roig-Torrès (R.). — L'arc voltaïque dans les lampes électriques à charbons mobiles, 402.
—— Petite modification dans le téléphone et dans le phonographe, inscription mécanique de la voix, 415.
Roquefort (Visite aux caves de), fabrication du fromage, 1256.
Roscoff (Le laboratoire de zoologie expérimentale de), 766.
—— (Travaux de zoologie exécutés au laboratoire de), 771.
Rossetti. — Sur les pouvoirs absorbant et émissif thermiques des flammes et sur la température de l'arc voltaïque, 387.
—— Comparaison entre les indications données par les thermomètres à mercure et à boule noircie placés dans différentes enceintes et celles données par un thermo-multiplicateur, 404.
—— Discussion sur l'absorption des radiations ultra-violettes des spectres solaires.
Rougerie (l'abbé). — Courants atmosphériques par la rotation d'un globe dans l'air ambiant, 542, 1110.
Rouget (Ch.). — Sur l'organe électrique de la torpille, 753.
—— Structure des fibres musculaires, 777.
—— Sur la contractilité des capillaires, 949.
—— Présentation de planches et de pièces relatives aux organes génitaux internes de la femme, 975.
Roustan (Dr). — Kyste hydatique congénital dans la région temporale, 769.
—— Sur la salpingotomie, 919.
—— Discussion sur la résection du coude, 954.
Rouvier (Dr). — Discussion sur le chlorure de magnésium et l'eau de Chatel-Guyon, 955.
—— Recherches statistique sur la menstruation à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône, 962.
Rouville (de). — Discussion sur l'étude de l'oxfordien, sur le corallien et le néocomien inférieur dans les Cévennes, 626.
—— Discussion sur la Crau, 661.
—— Phosphates de chaux de Cette, 662.
—— La tranchée de Poussan, 662.
—— Discussion sur l'étude sommaire des faunes paléozoïques du bas Languedoc et des Pyrénées, 663.
Rouzaud (H.). — Mémoire intéressant l'anatomie, l'histologie et la physiologie de l'appareil générateur du zonites algirus, 757.
—— Observations sur les astéries, 776.
Rozy. — Discussion sur la réforme des méthodes et des programmes d'enseignement, 1121.
—— Discussion sur les fêtes publiques et particulièrement des fêtes locales, 1122.
—— Discussion sur l'éducation basée sur l'évolution organique individuelle et sur les conditions sociales, 1143.
—— Discussion sur la transformation des octrois en taxe directe, 1151.
—— Discussion sur une étude des habitations ouvrières exposées en 1878, 1161.
—— Discussion sur la circulation internationale des monnaies, 1165.
—— Discussion sur la question des maîtres d'études, 1166.
—— Discussion sur l'esclavage dans l'Afrique occidentale, 1169.
Sabatier. — Discussion sur le mémoire intéressant l'anatomie, l'histologie et la physiologie de l'appareil générateur du zonites algirus, 765.

Sabatier. — Discussion sur l'ostéologie comparée du membre thoracique, 766.
—— Sur l'homologie des muscles de l'épaule et du bassin, 778.
Sable intestinal (Sur le), 878.
Sahara (Peuplement et fertilisation du), 1070.
Saint-Pierre (C.). — Résumé des études faites à l'école d'agriculture de Montpellier sur les vins des cépages américains, 1068.
Salmon (Ph.). — Dictionnaire archéologique du département de l'Aube, époque celtique, avec une carte, 817.
Salpingotome (Présentation d'un), 987.
Salpingotomie (De la), 919.
Saltel. — Sur le volume de la sphère, 283.
Sang (Le) de l'axolotl et des batraciens, 766.
Saporta (de). — L'Association française à l'Exposition de 1878, 19.
Sarcocèle tuberculeux (L'ignipuncture dans le traitement de l'arthrosynovite fongueuse et du), 901.
Sarliève (Gisement quaternaire de), 801.
Sauret (Station néolithique du moulin de) près Montpellier, 853.
Sauvage (Dr H.-E.). — Sur l'action du venin de quelques batraciens en France, 778.
Savoie (Détérioration du climat de la) et variations dans l'Europe occidentale, 519.
Savoie (Accroissement de la taille moyenne des conscrits de la), 828.
Schmitt. — Sur les outremers, 442.
—— Sur le dosage de la morphine dans l'opium, 446.
Schoute (P.-H.). — De la projection sur sur une surface, 155.
—— Sur les courbes tracées sur une surface de second ordre, 180.
—— Sur la transformation conjuguée, 194.
—— Déterminer une courbe unicursale de quatrième ordre ayant des points doubles en A et A_2 et passant par les sept points 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, 249.
Sclérodermie (Rapport de la lèpre tuberculeuse et de la), 902.
Sclérotomie (Guérison du glaucome simple par la), 856.
Séguin. — Sur le système métrique en médecine, 883.
Seiches et vibrations des lacs et de la mer, 493.
Sélaginées (Organogénie florale des) et des hebenstreitia, 742.
Sels ammoniacaux (De l'action des) sur quelques sulfures métalliques, et de l'application des faits observés à l'analyse, 466.
Sémites (Ancienne manière de compter par nuits des) et des Aryens rappelée par la philologie, 834.
Sénégal (Reconnaissances au) en 1856, 1071.
Sépulture (Fouille d'une) à Chassagnette, 814.
Sésame (Acide gras de l'huile de), 450.
De Seynes. — Le parasite de la maladie des châtaigniers, 730.
Shoolbred (J.-N.). — Marées de la Manche et de la mer du Nord. Observations faites en 1878, 381.
Sibour (A.). — L'étang de Berre au point de vue militaire et commercial, 332.
Sicard (D.-A.). — Discussion sur le mobilier scolaire et les habitudes vicieuses, 1174.
—— Éducation physique et morale de la première enfance, 1174.
Siliques (Mécanisme de la déhiscence des), 710.
Silurien (Une station du) à la Brêche-du-Diable (Calvados), 663.
Siluroïdes (Prétendue voix de certains poissons), 743.
Simon (Ch.). — Mémoire sur la nouvelle navigation astronomique, 138.
Singes (Os supplémentaire de la deuxième rangée du carpe, analogie avec le carpe des), 850.
Sinus (Boussole des) et des tangentes de Pouillet, 390.
Sol (Influence du relief du) sur la grêle, 542.
Soleillet (P.). — Sur le chemin de fer Transsaharien, 310.
—— Ethnographie de quelques peuplades de l'Afrique, 839.
—— Peuplement et fertilisation du Sahara, 1070.
—— Discussion sur une reconnaissance au Sénégal en 1856, 1071.
—— De l'esclavage dans l'Afrique occidentale, 1167.
Solitaire (Jeu du), 284.
Solstice (Note sur la distribution de la chaleur solaire sur les différents points du globe dans les jours d'équinoxe et de), 489.
Sondages (Études sur les), 211.

Sources mercurielles de la France, 474.
Sources d'eau minérales (Découvertes de), à Ripervillé (Alsace), 941.
Spectre solaire (Sur l'absorption des radiations ultra-violettes du), 414.
Spectres de l'aluminium et du zinc, 422.
Sphère (Volume de la), 283.
Squelette fibro-vasculaire (Le) des cucurbitacees, 741.
—— (Cas de déformation multiple du), 990.
Station néolithique du moulin de Sauret, près Montpellier, 853.
—— préhistoriques (Les) des étangs d'Hoursin et de Lacanau (Gironde), 807.
Statistique graphique (Album de) pour 1879, 326.
—— anthropologique en Suisse, 835,
—— de la menstruation à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône, 962.
Stigmates de maïs (Traitement de la gravelle urinaire par les) 946.
Stœcklin. — Discussion sur le tunnel, trans-marin, 309.
—— Discussion sur les coupures à faire dans les barres, 311.
Submersion (Effets de la) sur la constitution élémentaire des racines phylloxérées 1064.
Suisse (Statistique anthropologique en), 835.
Sulfures métalliques (de l'action des sels ammoniacaux sur quelques) et de l'application des faits observés à l'analyse, 448.
Superstition (Légendes et) du Berry préhistorique, 829
Surface libre (Rôle de la) de l'eau, 557.
Surfaces du 2e degré dans l'électricité statique, 236.
Système aérien (Maladie du) de la vigne, 1054.
—— métrique (Le) en médecine, 883.
—— monétaire (Du) en général et d'une circulation de monnaies spécialement internationales, 1161.
Sylvestre. — Les insecticides et leur rôle dans la viticulture, 1067.
Tœnia mediocanellata (Croissance du ver solitaire), 749-768.
Tables nouvelles pour réduire les hauteurs barométriqnes au niveau de la mer, 561.
Taille (Modifications de) observées chez les invertébrés dragués à de grandes profondeurs, 773.
—— (Accroissement de la) moyenne des conscrits de la Savoie, 828.
Tangentes (Boussole des sinus et des) de Pouillet, 390.
Tarif général des douanes (Les traités de commerce et le) 1170.
Taupe grillon amazonienne (Mode d'existence d'une), 774.
Taxe directe (Transformation des octrois en), 1044.
Teissier père (Dr). — Des hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire, 892.
Teissier fils (J.). — Sur les affections cardiaques consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépatique, 938.
Télémètres (Sur l'emploi des), 240.
Téléphone (Petite modification dans le), 415.
Température de l'arc voltaïque, 387.
—— des flammes (Mesure spectrophotométrique de la), 413.
—— (Oscillations périodiques de la), 497.
Températures (Appareil pour la mesure des hautes), 392.
—— Fahrenheit (Conversion des) en températures centigrades, 489.
Ténia inerme (Origine du) de l'homme, 783.
Térébenthène (Action spéciale de l'acide formique sur le), 458,
Térébinthe (Galles du), 681.
Terrains crétacés des Corbières, 574.
—— calcaires de Barcelone au point de vue chimique), 442.
—— tertiaires inférieurs (Sur les ossements fossiles des) des environs de Reims, 585.
Terre arable (Passage de l'eau et de l'air dans le), 993.
Terrillon. — Des excroissances fongueuses de l'urèthre considérées comme symptôme de la tuberculisation des organes urinaires de la femme, 977.
Tertiaire inférieur (Étendue du système) dans les Ardennes et argiles à silex, 666.
Tétraodon (Rôle des renflements œsophagiens), 766.
Thaon. — Discussion sur les hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire, 897.
—— Discussion sur les rapports de la lèpre tuberculeuse et de la sclérodermie, 902.
—— Discussion sur la myopie dans les écoles de Marseille, 916.

Thaon. — Discussion sur les affections cardiaques consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépatique, 939.
—— Discussion sur le diabète maigre et ses relations avec les lésions du pancréas, 956.
Théâtres ruraux (Les), 1121.
Théorie (Sur la) du cerf volant, 283.
—— mathématique des abordages, 312.
—— mathématique du mouvement de l'eau dans les courbes, 377.
Thermo-chimie. — Étude préliminaire de l'action des acides sur les sels sans l'action d'un dissolvant, 477.
Thermomètres à mercure et à boule noircie (Comparaison entre les indications données par les) placées dans différentes enceintes et celles données par le thermomultiplicateur, 405.
Thermomètres (Abri portatif pour), 482.
Thermo-multiplicateur (Comparaison entre les indications données par les thermomètres à mercure et à boule noircie placés dans diverses enceintes et le), 404.
Thladiantha dubia (Les pieds femelles du) possèdent des tubercules semblables à ceux des pieds mâles, 741.
Tison (le Dr). — Mécanisme de la chute du calice operculaire des Eschoscholtzia, 679.
—— Discussion sur l'étude sur la cristalline, 681.
—— Mécanisme de la déhiscence des siliques, 710.
—— Les tubéroïdes de M. Duchartre, 726.
—— Les pieds femelles de thladiantha dubia possèdent des tubercules semblables à ceux des pieds de mâles, 741.
—— Relation d'un cas d'athétose des membres inférieurs guéris par les courants continus, 929.
Toucas (A.). — Notice sur le terrain crétacé des Corbières, 574.
Torpille (L'organe électrique de la), 753.
Traités de commerce (Les) et le tarif général des douanes, 1170.
Trajectoire (Théorie nouvelle de la) dans le vide, 240.
Transformation conjuguée (Sur la), 194.
—— exponentielle (Sur la), 206.
Transsaharien (Sur le chemin de fer), 298, 310.
Travail humain (Le) et la conservation des forces, 1007.
Travaux imprimés présentés :
—— 1re et 2e sections, 295.
—— 5e section, 428.
—— 7e section, 572.
—— 10e section, 794.
—— 12e section, 990.
—— 13e section, 1110.
—— 15e section, 1179.
—— n'ayant pu être présentés en séance :
—— 5e section, 428.
—— 12e section, 990.
Trélat (Em,). — L'hygiène de la maison d'école, 50.
—— Discussion sur une illusion d'optique, 302.
—— Le fer dans les mains de l'architecte, 338.
—— Discussion sur l'esclavage dans l'Afrique occidentale, 1169.
Trichloro-acétate de sodium (Sur la distillation sèche du), 468.
Triméthylamine commerciale, 437.
Troglodytes (Les) de l'Ardèche ou première page inédite de l'histoire du Vivarais, 797.
Tromelin (G. de). — Etude sommaire des terrains paléozoïques du bas Languedoc, 662.
—— Supplément au catalogue des fossiles siluriens de l'Anjou et de la Bretagne, 663.
—— Discussion sur l'étendue du système tertiaire inférieur dans les Ardennes et sur les argiles à silex, 667.
—— Discussion sur le marbre griotte des Pyrénées, 669.
Tubercules (Les pieds femelles du Thladiantha dubia possèdent des) semblables à ceux des pieds mâles, 741.
Tubéroïdes (Les) de M. Duchartre, 726.
Tumeurs paracrâniennes (Perforation méconnue du crâne par les), 955.
Tunnel (Le) trans-marin, 309.
Urèthre (Excroissances fongueuses de l') considérées comme symptôme de la tuberculisation des organes urinaires de la femme, 977.
Usquin. — Discussion sur la réforme des méthodes et des programmes d'enseignements, 1121.
—— Discussion sur les fêtes publiques et particulièrement sur les fêtes locales, 1123.
Utérus (Diversité des altérations histologiques de l') en rapport avec la diversité des inflammations de cet organe, 970.

Vaginalite néo-membraneuse hémorrhagique (Sur un cas de), 942.

Valat (A.). — L'Observatoire du Pic du Midi, 513.

—— Du système monétaire en général et d'une circulation de monnaies spécialement internationales, 1161.

—— Sur l'enseignement de la géométrie dans les écoles et les lycées, 1172.

Valeur finale de la fonction Yn pour les valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n, 273.

Valery-Mayet. — Eclosion des vers à soie par le frottement, 754.

Van der Mensbrugghe (G.). — Du rôle de la surface libre de l'eau dans l'économie de la nature, 553.

Vandevelde. — Travaux de zoologie exécutés au laboratoire de Roscoff, 771.

Varigny (H. de). — Note sur les atrophies cérébrales chez les amputés, 883.

Venin (Action du) de quelques batraciens de France, 778.

Vent (Variation diurne de la vitesse du), 482.

—— (Etudes expérimentales sur la formation des), 367.

—— (Sur le régime des) à Modène, 500.

Vermes (Les Orthonectida, genre nouveau de l'embranchement des), 751.

Ver solitaire (Croissance du) Tænia mediocanellata, 749, 768.

Vers à soie (Éclosion des) par le frottement, 754.

Vial (P.). — Des formes des grands navires à vapeur, 326.

—— Etudes expérimentales sur la formation des vents et sur les ondulations de la mer, 367.

Vialla (L.). — Les cépages américains et les terrains qui leur conviennent, 1038.

—— Discussion sur la greffe des vignes américaines, 1069.

Vibert. — Cas de déformations multiples du squelette, 990.

Vibrations (Seiches et) des lacs et de la mer, 493.

Viète (Inventions mathématiques de), 143, 170, 248, 283.

Vignes (Affinités des) et rapports naturels des Ampélidées, 742.

—— américaines (Principaux types, espèces ou variétés des), 1007

—— (Résistance des), 1013.

—— (Le phylloxera, les insecticides), 1023.

Vignes (Propagation rapide des) par la plantation des bourgeons végétants, 1045.

—— (Greffes des), 1069.

—— phylloxérées (Traitement des), 1045-1050.

—— (Variations de prix provoquées par les progrès de la maladie des) dans le Midi, 1050.

—— (Maladies du système aérien des), 1054.

—— Françaises (conservation des), 1066.

—— Françaises (nouveau mode de plantation des), 1066.

Vignobles (Réinvasion æstivale des) soumis à divers traitements insecticides, 1064.

Viguier. — Projet de construction d'un Observatoire sur le mont Aigoual, 516.

—— Examen critique des diverses théories de la grêle, 543.

Villeneuve (Dr). — Sur un cas de vaginalite néo-membraneuse hémorrhagique, 942.

Villeneuvette (Visite à la manufacture de draps de), 1254.

Vincent (Dr E.). — Os supplémentaire de la deuxième rangée du carpe, analogie avec le carpe des singes, 850.

Vins (Études faites à l'Ecole d'agriculture de Montpellier sur les) des cépages américains, 1068.

Viollette. — Nouveaux engrais, 1054.

Visites à l'usine de MM. Faulquier Cadet et Cie, 1245.

—— A l'Ecole d'agriculture de Montpellier, 1246.

—— Des ports de Cette, 1252.

—— Aux chais de MM. Noilly-Prat et Cie, 1252.

—— A la manufacture de draps de Villeneuvette, 1254.

—— Aux mines de Graissessac, 1255.

—— Aux caves de Roquefort (Fabrication de fromages), 1256.

Vitesse du vent (Variation diurne de la), 482.

Viticulture (Les insecticides et leur rôle dans la), 1067.

Vœux émis :

—— 1re et 2e sections, 294.

—— 3e et 4e sections, 385.

—— 5e section, 427.

—— 7e section, 572.

Voie (Réforme dans la pose et l'entretien de la) des chemins de fer, 296.

Voix (Prétendue) de certains poissons siluroïdes, 743.
Volume des organes (Nouvelle méthode d'apprécier la marche de la cicatrisation et les modifications du), 979.
Wartelle. — Discussion sur les traités de commerce et le tarif général des douanes, 1171.
Wecker (de). — La guérison du glaucôme simple par la sclérotomie, 856,
Xambeu. — Traitement des vignes phylloxérées, 1045.
Zinc (Spectre du), 422.
Zonites algirus (Anatomie, histologie et physiologie de l'appareil générateur du), 757.

TABLE DES MATIÈRES

Décret de reconnaissance d'utilité publique I
Statuts III
Règlement VII

LISTE DES MEMBRES

Membres fondateurs XV
Membres à vie XXI
Liste générale des membres XXVI
Liste des délégués officiels LXXXIII
Liste des savants étrangers venus au Congrès LXXXIII
Liste des Sociétés savantes représentées au Congrès LXXXIII

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Assemblée générale du 4 septembre 1879 1
Bureau et Conseil d'administration 3
Programme de la Session 5
Comité local de Montpellier 6

SÉANCES GÉNÉRALES

Séance d'ouverture du 28 aout 1879, présidence de M. Bardoux.
Bardoux. — Réforme des méthodes d'enseignement en France 9
Laissac. — Discours 15
Cazelles. — De l'influence sociale de l'esprit scientifique 16
Saporta (de). — L'Association française à l'Expositon de 1878 19
Masson (G.). — Les finances de l'Association 30
Séance générale du 29 aout 1879, présidence de M. Bardoux.
Doumet-Adanson. — Sur un projet d'aquarium maritime à Cette et sur la nécessité de cette création 33
Laussedat. — La géographie physique au point de vue de la défense du territoire 37
Trélat (Émile). — L'hygiène de la maison d'école 50
Passy (Frédéric). — De la balance du commerce et du véritable rôle des métaux précieux dans les échanges internationaux 60

SÉANCES DE SECTIONS

PREMIER GROUPE. — SCIENCES MATHÉMATIQUES

1re et 2e Sections. — Mathématiques, Astronomie, Géodésie et Mécanique.

BUREAU.
LAISANT. — Discours d'ouverture. 61
E. AMIGUES. — De quelques propriétés d'une famille de courbes représentée par une équation différentielle à deux variables. 117
DARBOUX. — Présentation d'appareils pour le tracé des lignes droites et des ovales de Cassini. 128
ED. COLLIGNON. — Problème de géodésie. 129
CH. SIMON. — Mémoire sur la nouvelle navigation astronomique. 138
F. RITTER. — Quelques inventions mathématiques de F. Viète. 143
ED. LUCAS. — Sur le jeu de dames à la polonaise. 149
PARMENTIER. — Sur la quadrature des paraboles du 3e degré. 150
P.-H. SCHOUTE. — De la projection sur une surface. 155
ED. LUCAS. — Sur l'irréductibilité au point de vue arithmétique. 162
ÉD. COLLIGNON. — Note sur l'inscription dans le cercle du polygone régulier de 17 côtés. 162
F. RITTER. — Sur la valeur du rapport de la circonférence au diamètre donné par Viète. 170
CH. BERDELLÉ. — Sur l'élévation aux puissances et le calcul d'intérêt composé. 170
— Propriété des puissances de 5 et de leurs multiples 176
P. CAMINATI. — Théorie et pratique des logarithmes d'addition et de soustraction. 180
A. DELMOTTE. — Essai de balistique expérimentale. 180
P.-H. SCHOUTE. — Sur les courbes tracées sur une surface du second ordre. . 180
ED. ROCHE. — Sur l'applatissement terrestre et la distribution de la matière à l'intérieur du globe. 180
N. ALEXÉEF. — Sur l'intégration de l'équation $y'' + Py' + Qy = o$ 190
COLLIGNON. — Considérations sur la formule de Wallis. 193
D. RAGONA. — Sur une nouvelle méthode pour mesurer la déclinaison magnétique en un lieu donné. 193
ED. LUCAS. — Sur le problème des 8 reines 193
P.-H. SCHOUTE. — Sur la transformation conjuguée 194
LAISANT. — Sur la transformation exponentielle. 206
P. GUIEYSSE. — Etude sur les sondages. 211
Dr DELSAUX. — Sur une propriété caractéristique des surfaces du second degré dans la théorie de l'électricité statique. 236
LAQUIÈRE. — Théorie nouvelle de la trajectoire dans le vide, — sur l'emploi des télémètres. 240
FORESTIER. — Note sur les équations d'une même courbe en coordonnées polaires par rapport au même axe. 240
C.-L. LANDRÉ. — Remarques sur les solutions singulières des équations différentielles du premier ordre à deux variables. 241
PICQUET. — Sur les polygones à la fois inscrits et circonscrits aux courbes du troisième ordre. 245
A.-E. PELLET. — Sur les équations de degré premier solubles par radicaux . 245
RITTER. — Application faite par Viète de l'algèbre à la géométrie, applications de cette méthode au polygone de 9 côtés 248

DARBOUX. — Sur les équations différentielles aux dérivées partielles. 248
DEWULF et P.-H. SCHOUTE. — Déterminer une courbe unicursale de quatrième ordre ayant des points doubles en A_1 et A_2, et passant par les sept points 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7. 249
GENTY. — Etude sur les courbes gauches unicursales, application aux quartiques et aux quintiques gauches. 253
P. APPELL. — Sur certaines équations différentielles linéaires contenant un paramètre variable, — sur les polynômes satisfaisant à une équation différentielle du troisième ordre 253
G. JANNI. — Résolution du problème de Jacobi et de celui de Reimann. . 260
L.-J.-A. de C. DE MARSILLY. — Mémoire sur une méthode de calcul appropriée aux corps discontinus qui obéissent à des actions à distance. 261
ESCARY. — Valeur finale de la fonction Yn pour des valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n. 273
BRIOSCHI. — Recherches sur les équations différentielles linéaires du second ordre. 278
SALTET. — Sur le volume de la sphère. 283
RITTER. — Sur quelques constructions graphiques de Viète relatives à la quadrature du cercle. 283
DARBOUX. — Sur la théorie du cerf-volant. 283
HERMARY. — Sur le jeu du solitaire 284
Vœu émis par la section. 294
PRÉSENTATION de travaux imprimés 295

3e et 4e Sections. — Navigation, génie civil et militaire.

BUREAU.
CH. BERGERON. — Réformes dans la pose et l'entretien de la voie des chemins de fer. 296
Discussion : MM. CASTANIER et CADOT. 297
MANIER. — Sur la transformation du canal du Midi. 297
DUPONCHEL. — Sur le chemin de fer transsaharien 298
P.-Y.-PROMPT. — Note sur une illusion d'optique 299
Discussion : MM. LAUSSEDAT et TRÉLAT 302
DE LA GOURNERIE. — Expériences pour démontrer la direction des pressions dans les arches biaises. 302
CASTANIER. — Sur le tunnel transmarin. 309
Discussion : MM. STŒCKLIN, CASTANIER et BERGERON. 309
SOLEILLET. — Sur le chemin de fer transsaharien 310
CH. BERGERON. — Sur les coupures à faire dans les barres. 311
Discussion : MM. DELLON, BERGERON, DEVIN et STŒCKLIN. 311
Dr PROMPT. — Théorie mathématique des abordages. 312
CADOT. — Sur l'action des grands chantiers sur la moralité des pays intéressés 321
DUCORNOT. — Utilité du canal de l'Hérault pour les irrigations. 321
CHEYSSON. — Album de la statistique graphique pour 1879. 326
VIAL. — Les formes des grands navires à vapeur. 326
E. LENEVEU. — Module des engrenages. 329
DEVIN. — Sur les oscillations d'eau dans les réservoirs à air. 331
A. SIBOUR. — L'étang de Berre au point de vue militaire et commercial. . . . 332
E. TRÉLAT. — Le fer dans les mains de l'architecte. 338
A. PIFRE. — Sur l'utilisation de la chaudière solaire dans les appareils de M. Mouchot 341
L. FRANCQ. — La locomotive sans foyer, ses résultats; applications diverses de son principe. 342
BOUVIER. — La Fontaine de Vaucluse 348

P. Vial. — Études expérimentales sur la formation des vents et sur les ondulations de la mer. 367
H. Genaille. — Sur la machine électro-magnétique. 376
Em. Lemoine. — Les machines à air comprimé. 377
P. Darboux. — Appareils divers de Peaucellier, Hart et Kempe 376
Dellon. — Théorie mathématique du mouvement de l'eau dans les courbes. . 376
Discussion : M. Bouquet de la Grye 377
Laussedat. — Présentation du réflecteur du colonel Mangin, son application à la lumière électrique au point de vue militaire. 378
A. Renouard. — Sur un système de cônes conjugués à profil hyperbolique pour le mouvement différentiel des bancs à broches. 378
J.-N. Shoolbred. — Marées de la Manche et de la mer du Nord. — Observations faites en 1878. 381
Vœu émis par les 3e et 4e sections 385

2e GROUPE. — SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

5e Section. — Physique.

Bureau.
Rossetti. — Sur les pouvoirs absorbant et émissif thermiques des flammes et sur la température de l'arc voltaïque. 387
Discussion : MM. Mercadier, Rossetti, Crova et Duboscq. 389
E. Ducretet. — Boussole des sinus et des tangentes de Pouillet 390
Crova. — Appareil pour la mesure des hautes températures. 392
Mercadier. — Mesure des amplitudes des mouvements vibratoires. 392
H. Dufour. — Note sur un nouveau baromètre enregistreur. 393
A. Guebhard. — Nouveau procédé phonéidoscopique par les anneaux colorés d'interférence. 395
R. Roig-Torres. — L'arc voltaïque dans les lampes électriques à charbons mobiles. 402
Duboscq, Mercadier, Crova. — Séance d'expérience et de présentation d'appareils. 404
Rossetti. — Comparaison entre les indications données par les thermomètres à mercure et à boule noircie placés dans différentes enceintes et celles données par mon thermo-multiplicateur. 404
A. Guebhard. — Osmose de l'alcool à travers la gutta-percha. 410
Crova. — Mesure spectro-photométrique de la température des flammes. . . 413
Moitessier et Engel. — Sur les lois de dissociation. 414
A. Cornu. — Sur l'absorption des radiations ultra-violettes des spectres solaires. 414
Discussion : Crova, Rossetti et A. Cornu 415
R. Roig-Torrès. — Petite modification dans le téléphone et dans le phonographe, inscription mécanique de la voix. 415
G. Chaperon. — Nouvelle machine magnéto ou dynamo-électrique 417
E. Preaubert. — Observations sur l'électricité de la pluie. 418
Dufour. — Sur le passage de l'air sec et de l'air humide à travers les plaques poreuses. 422
A. Cornu. — Sur les spectres de l'aluminium et du zinc. 422
Mercadier. — Recherches sur la pile de Bunsen 422
Gariel. — Appareils et expériences pour les démonstrations d'optique élémentaire. 423
A. Bréguet. — Sur les machines magnéto-électriques du genre de celle de Gramme. 427
Vœu émis par la 5e Section. 427
Titres des travaux n'ayant pu être communiqués en séance. 428
Présentation de travaux imprimés. 428

6e Section. — Chimie.

BUREAU.

E. DUVILIER et A. BUISINE. — Sur la séparation des ammoniaques. 429
— — Sur la triméthylamine commerciale. 437
CAZENEUVE. — Sur l'action oxydante de l'oxyde de cuivre. 440
O. CAILLOL DE PONCY. — Séparation et dosage de l'alcool méthylique en présence de l'alcool éthylique 440
GLÉNARD. — Sur un nouveau principe immédiat retiré de la racine d'Ipéca. . 442
LUYS, CABELLO E YBANEZ. — Sur les terrains calcaires de Barcelone au point de vue chimique 442
SCHMITT. — Sur les outremers. 442
A. AUDOYNAUD. — Note sur la composition de la feuille de l'olivier. 443
ENGEL. — Sur l'action toxique de l'hydrogène phosphoré 444
— Sur l'action de l'hydrogène sulfuré sur le mercure. 444
— Sur la préparation de l'ammoniaque 444
HALLER. — Sur de nouveaux dérivés du camphre. 444
L. BOURGEOIS. — Sur la production des chromates cristallisés. 445
J. BÉCHAMP. — De l'alcool produit dans les tissus animaux pendant la vie et après la mort. 446
SCHMITT. — Sur le dosage de la morphine dans l'opium. 440
PH. DE CLERMONT. — De l'action des sels ammoniacaux sur quelques sulfures métalliques et de l'application des faits observés à l'analyse. 446
PH. DE CLERMONT et J. FROMMEL. — Sur la formation de l'aurine. 448
FILHOL. — Sur les polysulfures 449
O. CAILLOL DE PONCY. — Acide gras de l'huile de sésame 450
PH. DE CLERMONT et J. FROMMEL. — Observations sur les bains sulfureux. . . 454
ENGEL. — Sur les densités de vapeur anormales. 458
LORIN. — Action spéciale de l'acide formique sur le térébenthène. 458
L. HENRY. — Sur l'oxydation spontanée de l'acide nitrolactique. 460
— Sur l'addition de l'oxygène libre aux composés non saturés. . . 461
— Sur la distillation sèche du trichloro-acétate de sodium 468
Dr GARRIGOU. — Des sources minérales mercurielles de la France. Analyse des eaux. 474
LORIN. — Thermo-chimie. — Etude préliminaire de l'action des acides sur les sels sans l'action d'un dissolvant 477
LORIN. — Sur la préparation industrielle de l'acide formique cristallisable . . 478

7e Section. — Météorologie et Physique du globe.

BUREAU.

Dr FINES. — Allocution. 480
Dr RAGONA. Variation diurne de la vitesse du vent 482
— Abri portatif pour thermomètres 482
S.-J. PERRY. — Etude météorologique de l'Ile de Kerguelen. 483
MAZE (l'abbé). — Conversion des températures Fahrenheit en températures centigrades 489
EUG. MARCHAND. — Note sur la distribution de la chaleur solaire sur les différents points du globe terrestre dans les jours d'équinoxe et de solstice. . . 489
F. A. FOREL. — Seiches et vibrations des lacs et de la mer 493
ED. ROCHE. — Sur les oscillations périodiques de la température 497
Dr RAGONA. — Sur le régime des vents à Modène 500
OLTRAMARE. — Sur la constitution des nuages. 501
Dr PAMARD. — Observatoire du mont Ventoux. 501
A. VALAT. — L'observatoire du Pic-du-Midi 513
S. BRICKA. — Sur le projet de construction d'un observatoire sur le mont Aigoual 514

VIGUIER. — Projet de construction d'un observatoire sur le mont Aigoual . . 516
Discussion : MM. ANGOT, BOUVIER, DOUMET-ADANSON, MEYNADIER. 516
REDIER. — Présentation d'appareils enregistreurs 517
Dr FINES. — Sur la mesure de la neige. 517
— Avertisseur du feu grisou 517
H. DUFOUR. — Nouveau baromètre enregistreur. 518
— Unification des échelles employées dans les instruments enregistreurs. 518
J. CARRET. — Détérioration du climat de la Savoie et variations des climats dans l'Europe occidentale. 519
LESPIAULT. — Influence du relief du sol sur la grêle 542
ABBÉ ROUGERIE. — Courants atmosphériques reproduits par la rotation d'un globe dans l'air ambiant 542
H. VIGUIER. — Examen critique des diverses théories de la grêle 543
ANGOT. — L'observatoire de Lyon 552
G. VAN DER MENSBRUGGHE. — Du rôle de la surface libre de l'eau dans l'économie de la nature 553
ANGOT. — Tables nouvelles pour réduire les hauteurs barométriques au niveau de la mer. 561
FROMENT. — Projet d'un observatoire au Mézenc. 561
Dr BORIUS. — Détermination de l'état hygrométrique de l'air sur le littoral du Finistère. 562
A. CROVA. — Sur la mesure de l'intensité calorifique et de la transmissibilité des radiations solaires dans les observatoires météorologiques 567
Vœu émis par la 7e section. 572
PRÉSENTATION de travaux imprimés. 572

3e GROUPE — SCIENCES NATURELLES

8e Section. — Géologie et Minéralogie

BUREAU.

REYNÈS. — Les Ammonites du lias 573
TOUCAS. — Notice sur le terrain crétacé des Corbières. 574
Dr V. LEMOINE. — Sur les ossements fossiles des terrains tertiaires des environs de Reims 585
Discussion : M. POMEL. 594
COLLOT. — Cailloux rayés de l'éocène 594
E. RIVIÈRE. — De quelques hypérostoses de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de Menton en Italie. 595
Dr F. POMMEROL. — Le mouflon quaternaire. 600
Discussion : M. POMEL. 609
JEANJEAN. — Etude sur l'oxfordien supérieur, le corallien et le néocomien inférieur dans les Cévennes. 626
Discussion : MM. DE LORIOL, COTTEAU, COLLOT, LEENHARDT et DE ROUVILLE. . 626
P. DE LORIOL. — Les crinoïdes fossiles de la Suisse 627
CH. GRAD. — De la formation des charbons feuilletés glaciaires de la Suisse . 636
CAZALIS DE FONDOUCE. — Erosion des cailloux quaternaires due à l'action du vent et du sable 646
Discussion : M. POMEL. 650
LEENHARDT. — Présentation d'une carte géologique du mont Ventoux. 650
P. DE LORIOL. — Note sur les échinides recueillis dans les expéditions du *Challenger* et du *Blake*. 650
G. REVOIL. — Plages anciennes du pays Çomal 654
Discussion : M. POMEL. 655

COTTEAU. — Considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les échinides de l'étage cénomanien de l'Algérie 655
Discussion : M. POMEL 660
COLLOT. — La Crau 660
Discussion : MM. DE ROUVILLE, LEENHARDT 661
POMEL. — Présentation d'argile comestible 661
DE ROUVILLE. — Phosphates de chaux de Cette 662
— La tranchée de Poussan 662
G. DE TROMELIN. — Etude sommaire des faunes paléozoïques du Bas Languedoc et des Pyrénées 662
Discussion : MM. COLLOT et DE ROUVILLE 663
G. DE TROMELIN ET LEBESCONTE. — Supplément au catalogue des fossiles siluriens de l'Anjou et de la Bretagne 663
MORIÈRE. — Note sur une station de silurien à la Brèche-au-Diable (Calvados) 663
CH. BARROIS. — Sur l'étendue du système tertiaire inférieur dans les Ardennes : sur les argiles à silex 666
Discussion : MM. DE TROMELIN 667
CH. BARROIS. — Sur le marbre griotte des Pyrénées 668
Discussion : M. DE TROMELIN 669
CH. BARROIS. — Sur la faune troisième silurienne du Finistère 669
POMEL. — Sur les mammifères fossiles de Pézenas (Hérault) 670
E. RIVIÈRE. — Le pliocène de Castel d'Appio en Italie, nomenclature des fossiles qu'il renferme 671

9e Section. — Botanique.

BUREAU.
Dr GRIMALDI. — Présentation d'un dictionnaire de botanique 679
Dr TISON. — Mécanisme de la chute du calice operculaire des eschscholtzia . . 679
HECKEL. — Étude sur la cristalline 680
Discussion : MM. BAILLON, TISON et JOLY 681
L. COURCHET. — Analyse du mémoire sur les galles du térébinthe 681
JOBERT. — Sur la préparation du curare 685
Discussion : MM. HECKEL et BAILLON 686
N. JOLY. — Etude sur le bananier 686
MERGET. — Respiration chlorophyllienne des plantes submergées 698
HECKEL. — De la cleistogamie dans le pavonia hastata et dans quelques autres plantes 698
— De l'organisation des dicranum 698
A. LADUREAU. — Du rôle des corps gras dans la germination des graines . . . 699
Dr TISON. — Mécanisme de la déhiscence des siliques 710
G. DUTAILLY. — Recherches anatomiques et organogéniques sur les cucurbitacées et les passiflorées 711
JOBERT. — Sur la maladie des caféiers 725
H. BAILLON. — Sur l'organogénie des fleurs femelles et des fruits des noyers. 726
Dr TISON. — Les tubéroïdes de M. Duchartre 726
Discussion : MM. GUILLAUD et PLANCHON 729
DE SEYNES. — Le parasite de la maladie du châtaignier 730
PLANCHON. — Sur la maladie des châtaigniers 733
CARDOZOT DE BETHENCOURT. — Etude sur les châtaigniers atteints de la nouvelle maladie 734
G. DELAUNAY. — Rapport entre la couleur, l'odeur, la saveur de certaines fleurs, fruits, etc 734
CH. BRONGNIART et M. CORNU. — Observations nouvelles sur les épidémies sévissant sur les insectes 735
A. BONNEFOND. — Du pin mugho 739

H. Dutaillys. — Recherches sur le squelette fibro-vasculaire des cucurbitacées. 741
D. Tison. — Les pieds femelles du Thladiantha dubia possèdent des tubercules semblables à ceux des pieds mâles. 741
H. Baillon. — Sur l'organogénie florale des sélaginées et des hebenstreitia sur les affinités des vignes et sur les rapports naturels des ampélidées . . . 742

10e Section. — Zoologie et Zootechnie.

Bureau.
Jobert. — Sur la prétendue voix de certains poissons siluroïdes. 743
F.-A. Forel. — Les faunes lacustres de la région sulbalpine. 744
de Lacaze-Duthiers. — Sur la croissance du ver solitaire (Tænia médiocanellata) 749
— Nouveau mode de parasitisme observé chez la *Laura gerardiœ*, genre de crustacé non décrit. 749
Giard. — Les orthonectida, genre nouveau de l'embranchement des vermes. . 751
Pourquier. — Les hydatides, description et distribution géographique locale. . 752
Ch. Rouget. — Sur l'organe électrique de la torpille 750
Discussion : M. F. Lataste 753
Valery-Mayet. — Eclosion des vers à soie par le frottement 754
H. Rouzaud. — Anatomie, histologie et physiologie de l'appareil générateur du *Zonites algirus* 754
Discussion : M. Sabatier. 764
F. Lataste. — Sur l'accouplement des ophidiens. 765
P. Lannegrace. — Sur le sang de l'axolotl et des batraciens 766
Jobert. — Sur le rôle des renflements œsophagiens du tétraodon. 766
Durand. — Ostéologie comparée du membre thoracique. 766
Discussion : M. Sabatier. 767
de Lacaze-Duthiers. — Le laboratoire de zoologie expérimental de Roscoff. . 767
Giard. — Sur un champignon parasite du chironomus riparius 768
— Sur la croissance du ver solitaire (Tænia médiocanellata). 768
Dr Roustan. — Kyste congénital dans la région temporale. 769
Fredericq et Vandevelde. — Travaux de zoologie exécutés au laboratoire de Roscoff. 771
Marida. — Sur le développement des Cormilariens 771
— Sur les modifications de taille observées chez les invertébrés dragués à de grandes profondeurs. 772
J. Lichtenstein. — Sur la génération des pucerons. 772
Discussion : M. Joly. 774
Jobert. — Mode d'existence d'une taupe grillon amazonienne 774
— Sur l'action des poisons ichtyothères employés par les Indiens de l'Amazone. 775
— Structure de l'appareil électrique du gymnote. 775
H. de la Blanchère. — Appareil reproducteur et reproduction de l'anguille. 775
F. Franck. — Sur quelques-uns des agents qui modifient l'excitabilité réflexe du pneumogastrique 775
F. Lataste. — Sur les points obscurs de la faune erpétologique d'Europe. . 776
H. Rouzaud. — Observations sur les astéries 777
A Certes. — Sur une méthode de conservation des infusoires. 777
Durand. — Sur l'homologie et l'analogie en histoire naturelle 777
Ch. Rouzet. — Structure des fibres musculaires. 777
A. Sabatier. — Sur l'homologie des muscles de l'épaule et du bassin 778
H. E. Sauvage. — Sur l'action du venin de quelques batraciens de France. . 778
J. L. Cardozo de Béthancourt. — Le mollusque argonauta bethencourtina. . 783
E. Masse. — De l'origine du ténia inerme de l'homme 783
Présentation de travaux imprimés.. 794

11e Section. — Anthropologie.

BUREAU.
DÉPÊCHE du congrès de Moscou à la section. 795
D. DALLY. — Dangers des croisements ethniques. 796
Discussion : MM. BERCHON et HOVELACQUE 796
OLLIER DE MARICHARD. — Les troglodytes de l'Ardèche ou première page inédite de l'histoire du Vivarais. 799
CAZALIS DE FONDOUCE. — Ebauche d'une carte archéologiqne du département de l'Hérault 799
Dr POMMEROL. — Le gisement quaternaire de Sarliève. 801
Discussion : M. CARTAILHAC. 807
F. DALEAU. — Les stations préhistoriques des étangs d'Hourtin et de Lacanau (Gironde) 807
DELORT. — Fouilles d'un dolmen à Freyssinet, d'une sépulture à Chassagnette et d'une caverne des bords de l'Allagnon (Puy-de-Dôme). 814
Discussion : MM. POMMEROL et HOVELACQUE 814
Dr GOSSE. — Matériel de l'ouvrier en métaux à l'âge du bronze 816
L. MARTINET. — Polydactylie héréditaire chez les gallinacées 817
PH. SALMON. — Dictionnaire archéologique du département de l'Aube, époque celtique, avec une carte 817
Dr BERCHON. — Sur l'usage du bronze en Médoc 822
Discussion : MM. GOSSE, CARTAILHAC et ALEXANDRIN 823
J. DA SILVA. — Notice sur les monuments mégalithiques du Portugal 823
E. CARTAILHAC. — Nouvelles découvertes de l'âge de la pierre en Algérie . . 828
Dr JULES CARRET. — Accroissement survenu dans la taille moyenne des conscrits de la Savoie, majorité des blonds dans les infirmes et les illettrés . . 828
HOVELACQUE. — Discussion sur la communication précédente 829
L. MARTINET. — Le Berry préhistorique, légendes et superstitions. 829
Dr ESPAGNE. — L'ancienne manière de compter par nuits des Sémites et des Aryas rappelée par la philologie 834
A. FOREL. — Statistique anthropologique en Suisse 835
Discussion : MM. HOVELACQUE, S. CARRET et DALLY 836
BOUCHERIE. — Diminutifs et augmentatifs 836
P. SOLEILLET. — Ethnographie de quelques peuplades de l'Afrique 839
E. CARTAILHAC. — Le premier âge du fer dans le Tarn 839
HOVELACQUE. — Présentation de cartes linguistiques. 839
Dr ALBESPY. — Dessins bizarres fabriqués par les bergers de l'Aveyron sur les arbres à écorces lisses 840
G. REVOIL. — Renseignements ethnographiques sur les Çomalis Medjourtines . 840
P. BROCA. — Compte rendu du Congrès de Moscou 849
Dr E. VINCENT. — Os supplémentaire de la deuxième rangée du carpe, analogie avec le carpe des singes 850
Dr G. DELAUNAY. — Rapport inverse entre la fécondité des parents et le poids des nouveau-nés 851
Discussion : M. GOSSE. 852
P. FIÈRE. — Grottes préhistoriques du Dauphiné 852
Dr G. PLANQUES. — Station néolithique du Maclin de Sauret près Montpellier 853
Discussion : M. CARTAILHAC. 855

12e Section. — Sciences médicales.

BUREAU.
DE WECKER. — La guérison du glaucôme simple par la sclérotomie 856
Discussion : M. DENUCÉ. 860
LEUDET. — Les lésions du péritoine chez les alcoolisés. 860
Discussion : MM. HENROT, DENUCÉ et POTAIN. 860

Livon. — Contribution à l'étude physiologique de l'acide salicylique 861
Discussion : MM. Carrieu, Clément, Combal, Bergeron et Petit 862
Dr S. Podolinski. — L'état sanitaire des populations du gouvernement de Kiew 863
Chalot. — Sur les injections hypodermiques de chlorhydrate de pilocarpine . 868
Discussion : MM. Fieuzal, Denucé, Eustache, Leudet et Massart 869
Dr Quinquaud. — La maladie et sa lésion hématique 870
Dr Marquez. — Note sur le sable intestinal. 878
Champigny. — Analyses des liquides de kystes et de prétendus calculs de cholestérine 882
Seguin. — Sur le système métrique en médecine. 883
H. de Varigny. — Note sur les atrophies cérébrales chez les amputés 883
J. Duplay. — Traitement chirurgical de l'hypospadias et de l'épispadias. . . 886
Dr H. Henrot. — De la ponction capillaire dans l'ascite. 887
Discussion : MM. Leudet, H. Mattei, Potain et Hancelin. 890
Massart. — Hémorrhagies intermittentes d'origine paludéenne. 891
Discussion : MM. Castaing, Jaumes, Baréty et J. Bergeron 891
Dumas. — Présentation d'un bassin vicié 892
Discussion : MM. Mattei et Poncet. 892
Dr Teissier père. — Des hémorrhagies bronchiques dans leurs rapports avec la phthisie pulmonaire 892
Discussion : MM. Marquez, Thaon, Denucé, Chalot, Baréty, Poncet et Postain. 897
A. Poncet. — Du danger de l'anesthésie par l'éther ou le chloroforme pendant la réduction de certaines fractures. 898
Chalot. — De l'ignipuncture dans le traitement de l'arthrosynovite fongueuse et du sarcocèle tuberculeux 901
Grassot. — Rapports de la lèpre tuberculeuse et de la sclérodermie. 902
Discussion : M. Thaon. 902
A. Brousse. — Quatre nouveaux cas d'athétose. 902
Dr E. Bourguet. — De l'immobilisation de l'anse intestinale dans quelques cas graves d'opération de hernie étranglée 907
Létiévant. — De la prothèse immédiate dans la pratique de certaines opérations sur la face. 910
Discussion : MM. Denucé, Gayraud, Hortolès et Grynfelt. 913
Dr Fieuzal. — Contribution à l'étude des kystes hydatiques sous-conjonctivaux. 914
Nicati. — La myopie dans les écoles de Marseille. 916
Discussion : M. Thaon 916
Bertin. — Le nouvel hôpital de Montpellier 916
Mattei. — Notice historique sur l'école de Montpellier considérée sous le rapport de l'obstétrique 917
Jaumes. — Procédé à employer pour relever les empreintes sur le sol 918
Discussion : M. Milliot 919
Roustan. — Sur la salpingotomie. 919
Dr Parrot. — Sur le plateau des orifices artériels du cœur. 922
Coriveaux. — Observations sur un cas d'ichthyose cornée. 929
E. Tison. — Relation d'un cas d'athétose des membres inférieurs guéri par les courants continus. 929
Ch. Hortolès. — Etude comparative des éthérisations simples et mixtes avec les chloroformisations de même ordre. 935
Discussion : MM. Chalot, Denucé, Masse et Bergeron. 938
J. Teissier. — Sur les affections cardiaques consécutives aux maladies de l'appareil gastro-hépathique 938
Discussion : MM. Combal, Franck, Lancereaux, Thaon et Potain 939
G. Eustache. — Lésions des organes urinaires dans l'ovariotomie 940
Em. Lemoine. — Découvertes de sources d'eau minérale à Ripervillé (Alsace). 941
Dr Villeneuve. — Sur un cas de vaginalite néo-membraneuse hémorrhagique. 942
Castan. — Traitement de la gravelle urinaire par les stigmates de maïs. . . . 946

Discussion : MM. Denucé, Pons et Queirel 946
F. Franck. — Sur l'innervation du cœur. 947
Lannegrace. — Sur les leucocytes 947
Arles. — Nouveau mode de terminaison des kystes du foie. 948
Discussion : MM. Henrot, Grynfelt et Masse. 948
Ch. Rouget. — Sur la contractilité des capillaires 949
Fabre de Rieunègre. — Utilité de la création de chaires d'hydrologie médicale 950
Dr Milliot. — Des aiguilles introduites dans le corps humain et de leur migration, du diagnostic des aiguilles et de leur extraction. 950
Ollier. — Sur la résection du coude 952
Discussion : MM. Rochard, Seux, Houzé de l'Aulnoit, Roustan et Mondot. . 954
Aguilhon. — Sur le chlorure de magnésium et l'eau de Chatel-Guyon 955
Rouvier. — Discussion sur la communication précédente. 955
L. Henri-Petit. — Perforation méconnue du crâne par les tumeurs paracrâniennes. 955
Discussion : MM. Denucé et Lancereaux 956
Lancereaux. — Le diabète maigre et ses relations avec les lésions du pancréas . 956
Discussion : MM. Thaon et Masse. 959
E. Masse. — De l'influence du mouvement et de la position sur les articulations. 957
Drs Queirel et Rouvier. — Recherches statistiques sur la menstruation à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône. 962
Discussion : MM. Eustache, Chalot et Mondot 967
Pécholier. — Sur les effets physiologiques de l'opium 998
de Musgrave Claye. — Sur la nécessité de créer des hôpitaux pour les phtisiques dans le midi de la France. 969
Mairet. — Action du nitrate de potasse au point de vue de la diurèse . . . 970
A. Courty. — Sur la diversité des altérations histologiques de l'utérus en rapport avec la diversité des inflammations de cet organe. 970
Ch. Rouget. — Présentation de planches et de pièces relatives aux organes génitaux internes de la femme. 975
Clément. — Application d'un nouvel appareil de réfrigération au traitement des maladies fébriles 975
Nepveu. — Des effets de la rétraction des extenseurs du pied, et en particulier de l'atrophie de la masse fibro-graisseuse métatarso-phalangienne. 976
Terrillon. — Des excroissances fongueuses de l'urèthre considérées comme symptôme de la tuberculisation des organes urinaires de la femme. 977
A. Houzé de l'Aulnoit. — Nouvelle méthode d'apprécier la marche de la cicatrisation et les modifications de volume des organes. 979
Auquier. — Sur le décollement hyaloïdien. 987
Fanton. — Présentation d'un salpingotome 987
Mondot. — Sur un cas de fistule anale. 989
Dally. — Déformation scolaire de la colonne vertébrale 989
Vibert. — Cas de déformations multiples du squelette. 990
Titres des travaux n'ayant pu être communiqués en séance. 990
Présentation de travaux imprimés 990

4e GROUPE. — SCIENCES ÉCONOMIQUES

13e Section. — Agronomie

Bureau.

H. de la Blanchère. — Importation en France du cheval des Pampas . . . 991
P.-P. Dehérain. — Sur la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles sous l'influence de la lumière artificielle. 992

Discussion : M. Lichtenstein 992
A. Audoynaud. — Du passage de l'eau et de l'air dans la terre arable 993
Dr Bourdel. — Hygiène de la ferme 995
A. Ladureau. — Etudes sur la culture du lin à l'aide des engrais chimiques . 996
P. P. Dehérain. — Les cultures des champs d'expérience à Grignon 1006
Dr Podolinski. — Le travail humain et la conservation des forces 1007
J. E. Planchon. — Sur les principaux types (espèces ou variétés) des vignes américaines 1007
G. Foex. — Résistance des vignes américaines. 1013
H. Marès. — Le phylloxéra, les insecticides, les vignes américaines 1023
L. Vialla. — Des cépages américains et des terrains qui leur conviennent. . 1038
Xambeu. — Traitement des vignes phylloxérées. 1045
Courty. — De la propagation des vignes américaines par la plantation des bourgeons végétants. 1045
Cabello e Ybanez. — Traitement des vignes phylloxérées 1050
Discussion : MM. Lichtenstein et Maistre 1050
F. Convert. — Des variations de prix provoquées par le progrès de la maladie des vignes dans le Midi. 1050
P. P. Dehérain. — Sur les pertes de matières sèches que subissent les plantes herbacées au moment de la maturation 1053
Planchon. — Les maladies du système aérien de la vigne 1054
Viollette. — Nouveaux engrais 1054
Ladureau. — Acclimatation de la luzerne du Chili (medicago apiculata). . . . 1056
Discussion : M. Re o ard. 1063
Risler. — Destruction de la Cuscute. 1064
Dr V. Coste. — Effet de la submersion sur la constitution élémentaire des racines phylloxérées 1064
G. Foex. — Sur la réinvasion æstivale des vignobles soumis à divers traitements insecticides 1064
Maistre. — De la conservation des vignes françaises. 1066
Mongelas. — Nouveau mode de plantation des vignes françaises 1066
Cauvy. — Les insecticides et leur rôle dans la viticulture 1067
Discussion : M. Planchon 1067
Sylvestre. — Les insecticides et leur rôle dans la viticulture. 1067
C. Saint-Pierre. — Résumé des études faites à l'Ecole d'agriculture de Montpellier sur le vin des cépages américains 1068
G. Bazille. — La greffe des vignes américaines 1069
Discussion : MM. Bouschet de Bernard et L. Vialla 1069

14e Section. — Géographie.

Bureau.
P. Soleillet. — Peuplement et fertilisation du Sahara 1070
Colonel Fulcrand. — Reconnaissances au Sénégal en 1856. 1071
Discussion : MM. Soleillet et Maunoir. 1071
G. Revoil. — Les pays Çomalis. 1071
Discussion : M. Brau-de-Saint-Pol-Lias 1072
Roebrig. — Projet d'organisation de musées pour les matières premières de l'industrie et les produits fabriqués. 1072
Colonel Fulcrand. — Présentation des instruments de voyage et de reconnaissance du colonel Goulier 1076
Général Parmentier. — De la transcription pratique, au point de vue français, des noms arabes en caractères latins 1076
Abbé Rougerie. — Courants atmosphériques reproduits par la rotation d'un globe dans l'air ambiant. 1110
A. Fabre. — Présentation d'une carte en relief du département de l'Hérault . 1110

Abbé Durand. — Sur le Sahara central 1110
Présentation de travaux imprimés 1110

15e Section. — Économie politique et Statistique.

Bureau.

Mismer. — Sur la réforme des méthodes et des programmes d'enseignement . 1121
Discussion : MM. Bouvet, Muller (Mme), Usquin, Rozy et Kownacki 1121
Groult. — Le progrès par l'initiative privée dans les cantons ruraux. — Les théâtres ruraux 1121
F. Passy. — Les fêtes publiques et particulièrement les fêtes locales 1122
Discussion : MM. Rozy, Grosset, Usquin, Kownacki et d'Eichthal. 1123
Ad. d'Eichthal. — Sur l'importation des blés américains. 1123
A. Courty. — L'éducation basée sur l'évolution organique individuelle et sur les conditions sociales 1124
Discussion : MM. Glaize, Kownacki, Rozy et F. Passy 1143
Menier. — De la transformation des octrois en taxe directe. 1144
Discussion : MM. Rozy, Yves Guyot, Bouvet, Muller et F. Passy. 1151
Drouineau. — Le budget de l'hygiène publique. 1152
Cacheux. — Etudes sur les habitations ouvrières exposées en 1878. 1153
Discussion : MM. Fred. Passy et Rozy. 1161
Valat. — Du système monétaire en général et d'une circulation de monnaies spécialement internationales. 1161
Bouvet. — De la circulation internationale des monnaies 1164
Discussion : MM. Yves Guyot, Rozy et Fred. Passy. 1165
Kownacki. — La question des maîtres d'études 1166
Discussion : Rozy, Fred. Passy et Muller. 1166
P. Soleillet. — De l'esclavage dans l'Afrique occidentale. 1167
Discussion : MM. Dr Mondot, Rozy, G. Renaud, E. Trélat et Fred. Passy. 1168
G. Renaud. — Sur les traités de commerce et le tarif général des douanes. . 1170
Discussion : MM. Wartelle, Yves Guyot et Fréd. Passy. 1171
Valat. — Sur l'enseignement de la géométrie dans les écoles et les lycées . . 1172
Dr Dally. — Sur le mobilier scolaire et les attitudes vicieuses. 1173
Discussion : D. Drouineau, Chane et Dr Sicard. 1174
A. Sicard. — Education physique et morale de la première enfance. 1174
Présentation de travaux imprimés. 1179

CONFÉRENCES.

Barral. — Sur les irrigations 1182
Denayrouze. — La lumière électrique 1218

EXCURSIONS ET VISITES INDUSTRIELLES.

Réceptions et visites scientifiques et industrielles. 1219
Excursion à Nîmes et Aiguesmortes. 1224
— à Balaruc et Cette 1228
— à Carcassonne et à Perpignan. 1232
— dans le Gard. 1234
— dans l'Hérault 1238

NOTES COMPLÉMENTAIRES.

Visite à l'usine de MM. Faulquier Cadet et Cie. 1245
— à l'école d'agriculture de Montpellier 1246

Visite au port de Cette 1252
— aux chais de MM. Noilly-Prat et Cie 1252
— à la manufacture de draps de Villeneuvette 1254
— aux mines de Graissessac. 1255
— aux caves de Roquefort, fabrication du fromage 1256

TABLES.

Analytique. 1262
Des matières. 1286

ERRATA.

Page 152, ligne 4 en remontant, au lieu $\frac{5}{12} h^5 f^{iv}(x^0)$; lisez $\frac{1}{12} h^5 f^{iv}(x_0)$.

Page 554, lignes 31 et 32; au lieu de une portion $\gamma = 0{,}0012$ environ; lisez une portion notable qui peut dépasser les $\frac{9}{12}$.

Page 558, lignes 21 et 22; au lieu de une quantité d'énergie cinétique équivalente aux douze dix-millièmes de l'énergie potentielle, lisez : une quantité d'énergie cinétique équivalente à une notable portion de l'énergie potentielle.

Page 822, titre, au lieu de M. le Dr Berchoin, lisez M. le Dr Berchon.

COMPTE RENDU DU CONGRÈS DE PARIS (7e SESSION).

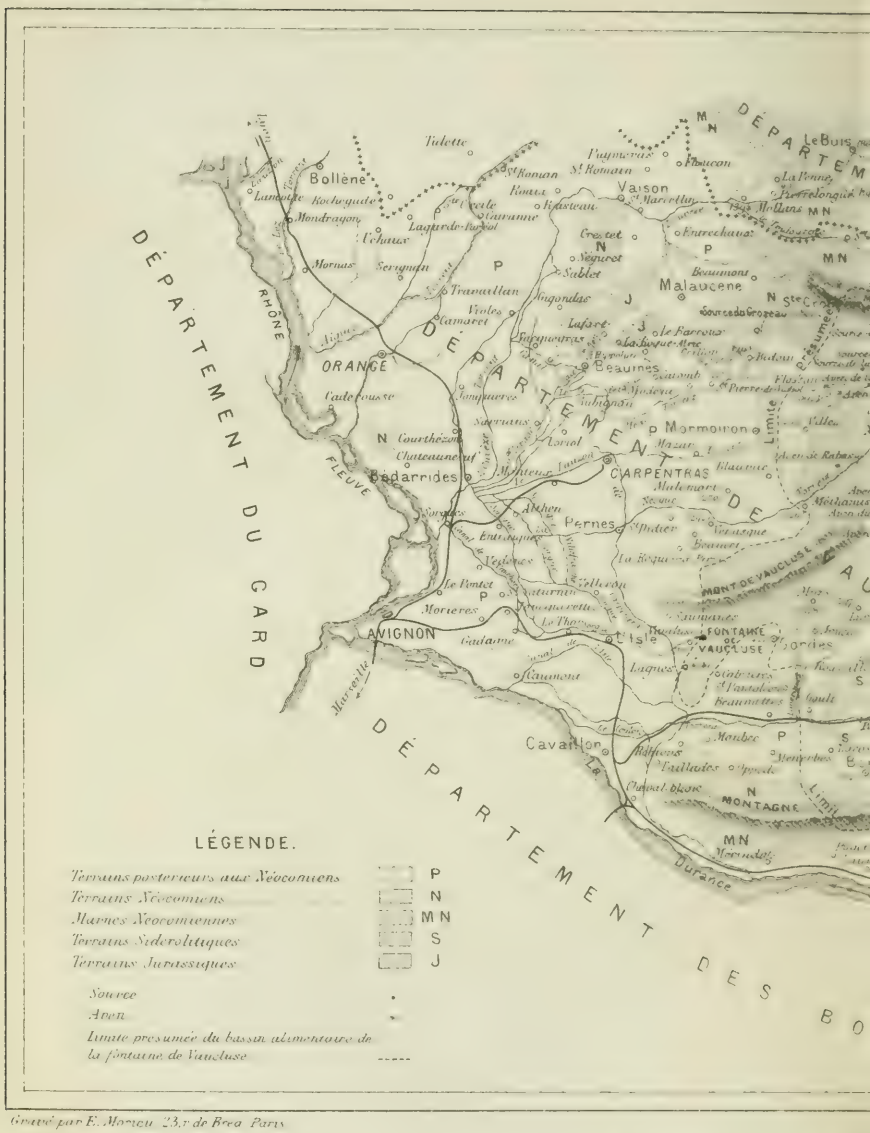
Page 139, ligne 4, dans le second terme du numérateur de l'équation en n_2 lire $\frac{1}{8} B^4$, au lieu de $\frac{1}{4} B^4$.

IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER. — A. CHAIX ET Cie, RUE BERGÈRE, 20, A PARIS. — 16633-9

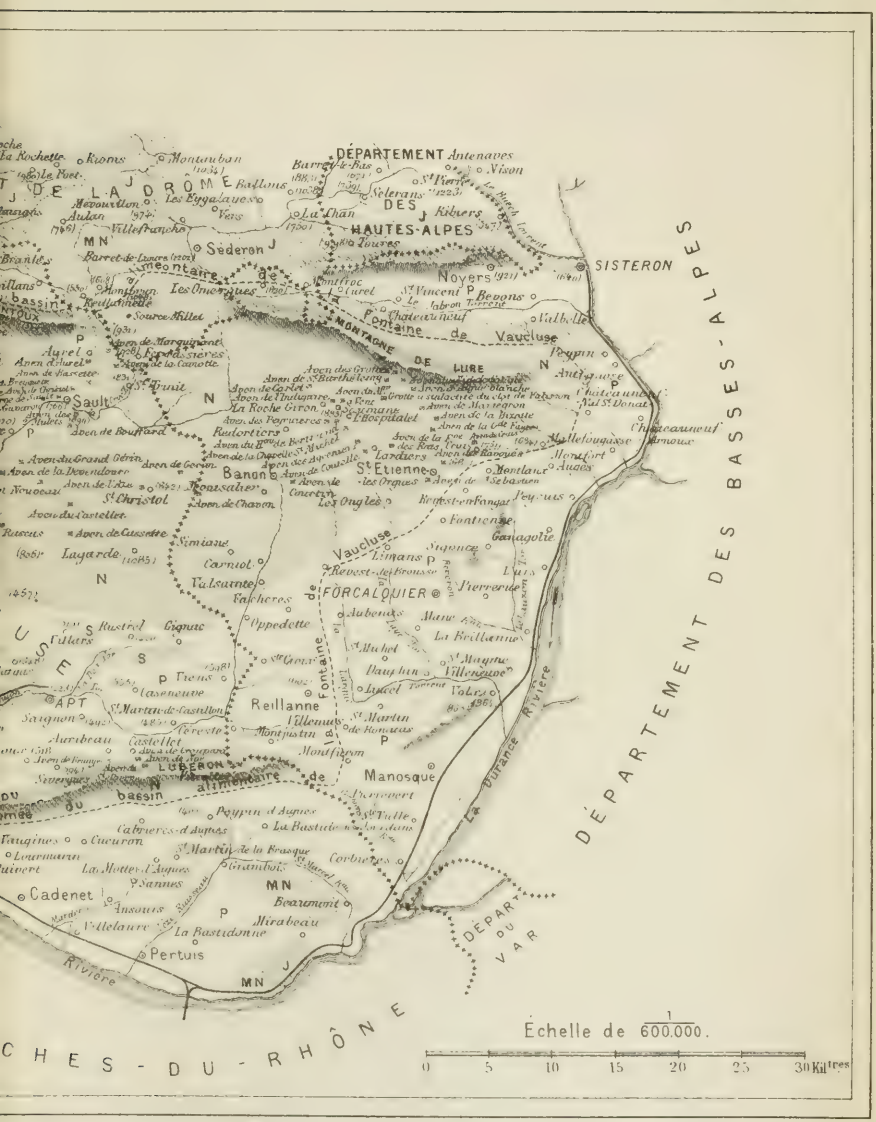
1 HOTEL DE VILLE	11 *Temple protestant*	**HOTELS ET RESTAURANTS**	K *de France*
2 MUSÉE ET FACULTÉ DES LETTRES	12 *Gare de P. L. M.*	A *Nevet*	**CAFÉS**
3 LYCÉE	13 *Hotel de la Préfecture*	B *du Midi*	L *de France*
4 *Faculté des Sciences*	14 *Palais de Justice*	C *du Cheval blanc*	M *Sylvestre*
5 *Faculté de Médecine*	15 *Poste*	D *Banel*	N *Montpellier*
6 *Théâtre*	16 *Télégraphe*	E *du Tapis vert*	O *du Commerce*
7 *École sup. de pharmacie*	17 *Banque de France*	F *Maguelonne*	P *Glacier*
8 *Hotel Dieu St Eloi*	18 *Gare de Palavas*	G *Sérane*	C *Poujol*
9 *Cathédrale St Pierre*	19 *Jardin des plantes*	H *des Gourmets*	
10 *Hopital général*	20 *Hotel de l'Académie*	I *Pioch*	

Gravé et imprimé par Erhard.

PLAN DE MONTPELLIER.



Gravé par E. Morieu 23, r de Bréa Paris


DÉPARTEMENT DES HAUTES-ALPES
DÉPARTEMENT DES BASSES-ALPES
DÉPARTEMENT DU VAR
SISTERON
Montagne de Lure
Fontaine de Vaucluse
Sault
Bonnieux
Bonnieux
Apt
Cadenet
Pertuis
Manosque
Forcalquier
Reillanne
Lourmarin
Cucuron
Lauris
Pierrevert
Mirabeau
Beaumont
Vaucluse
Durance Rivière
Rivière
Échelle de 1/600.000.
0 5 10 15 20 25 30 Kilomètres

ociation française

Fig 1 — 1/5

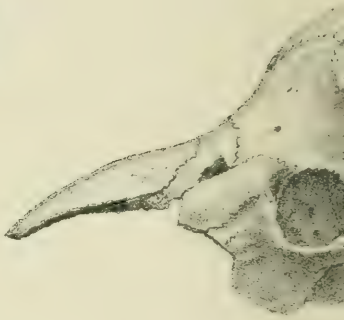
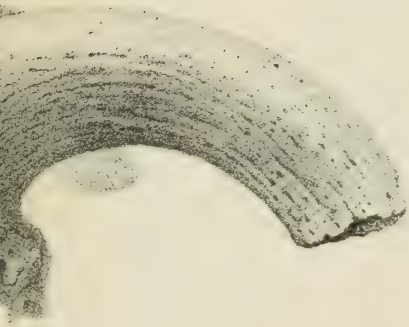


Fig 4 — 1/2

Fig.7 — grandeur nat



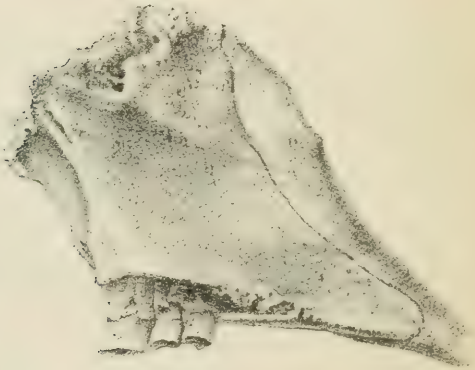


Fig 5 grandeur nat.

ation. Française

Fig. 1 1/6

Fig. 4 - 1/2

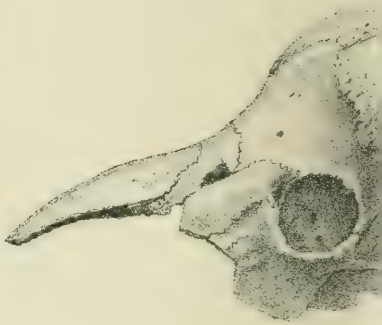
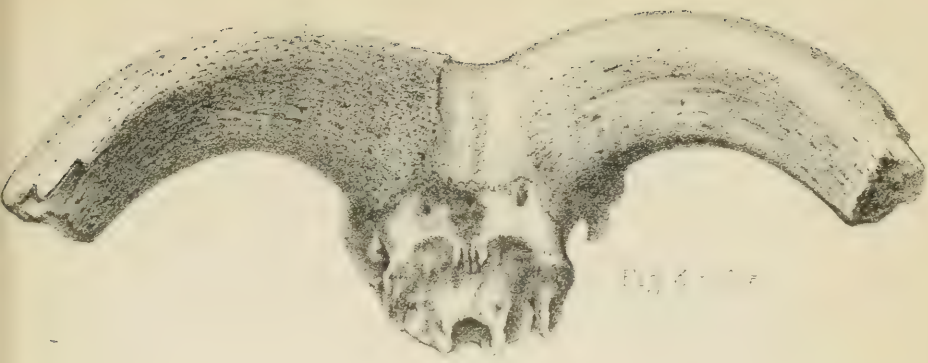
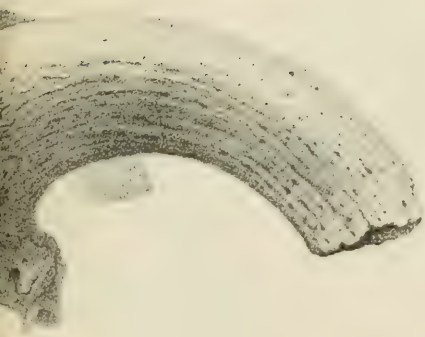
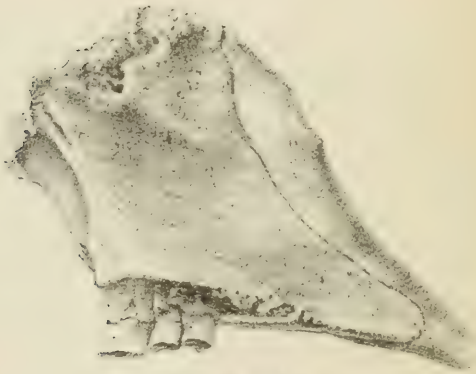
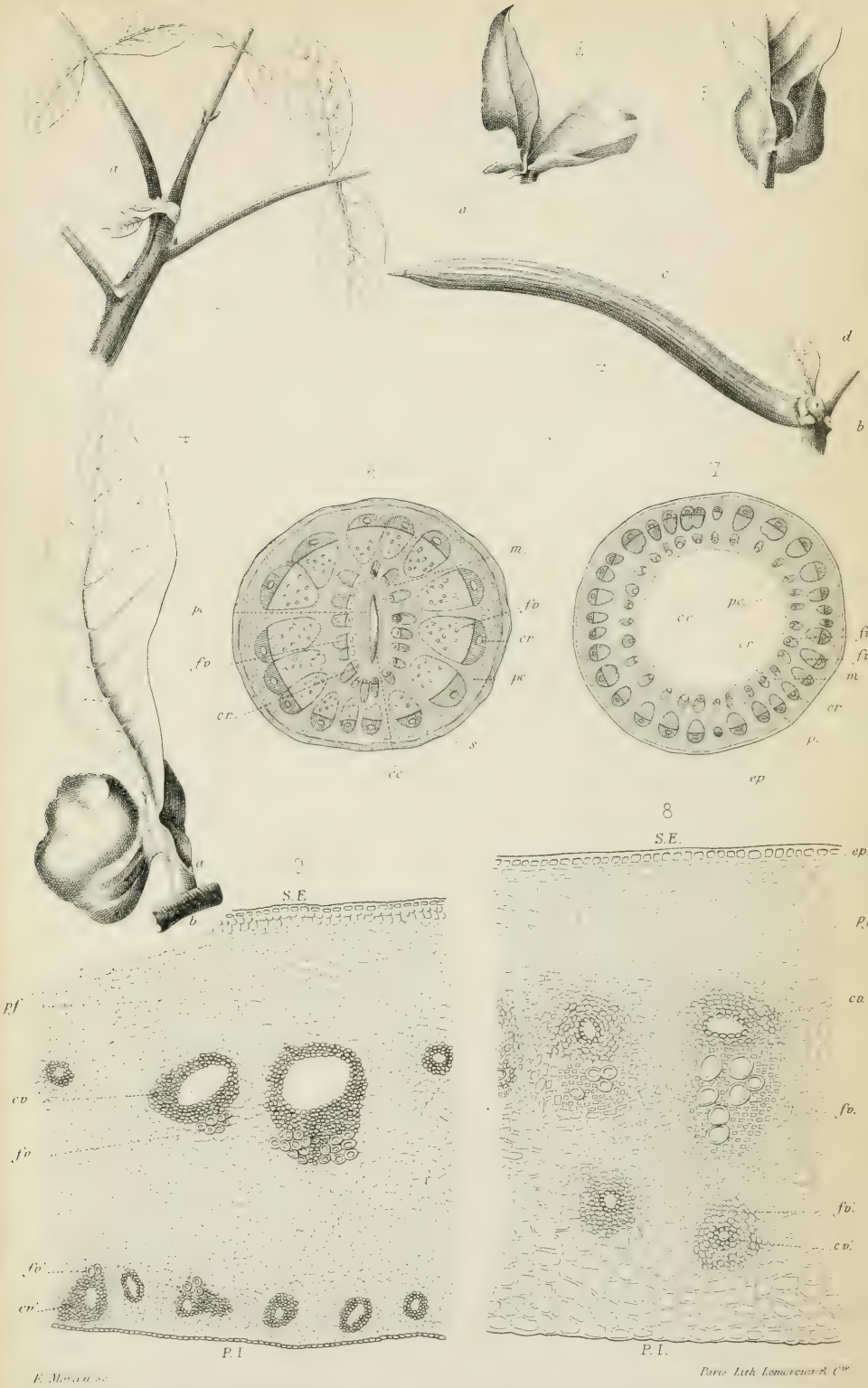


Fig 7 – grandeur nat





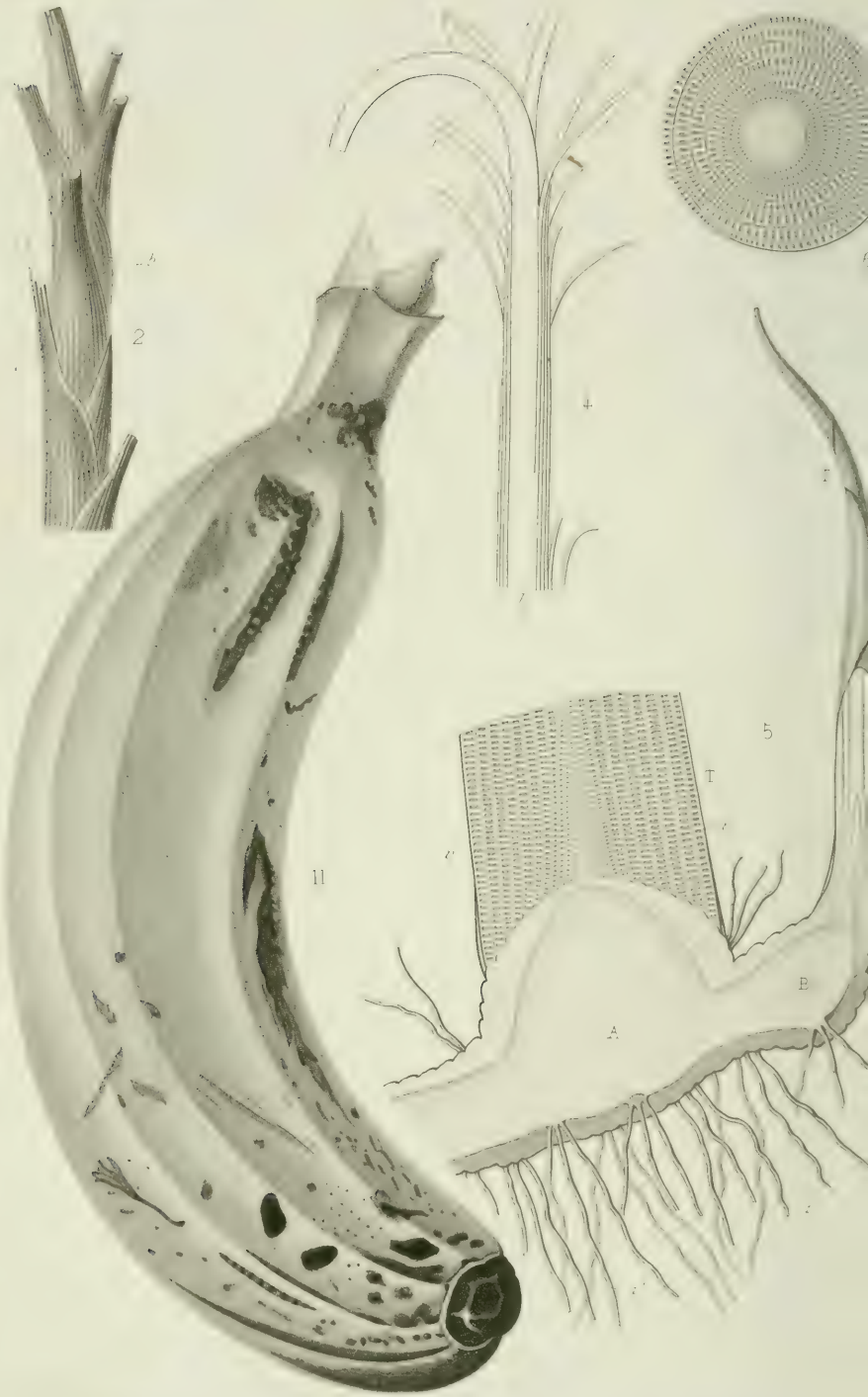


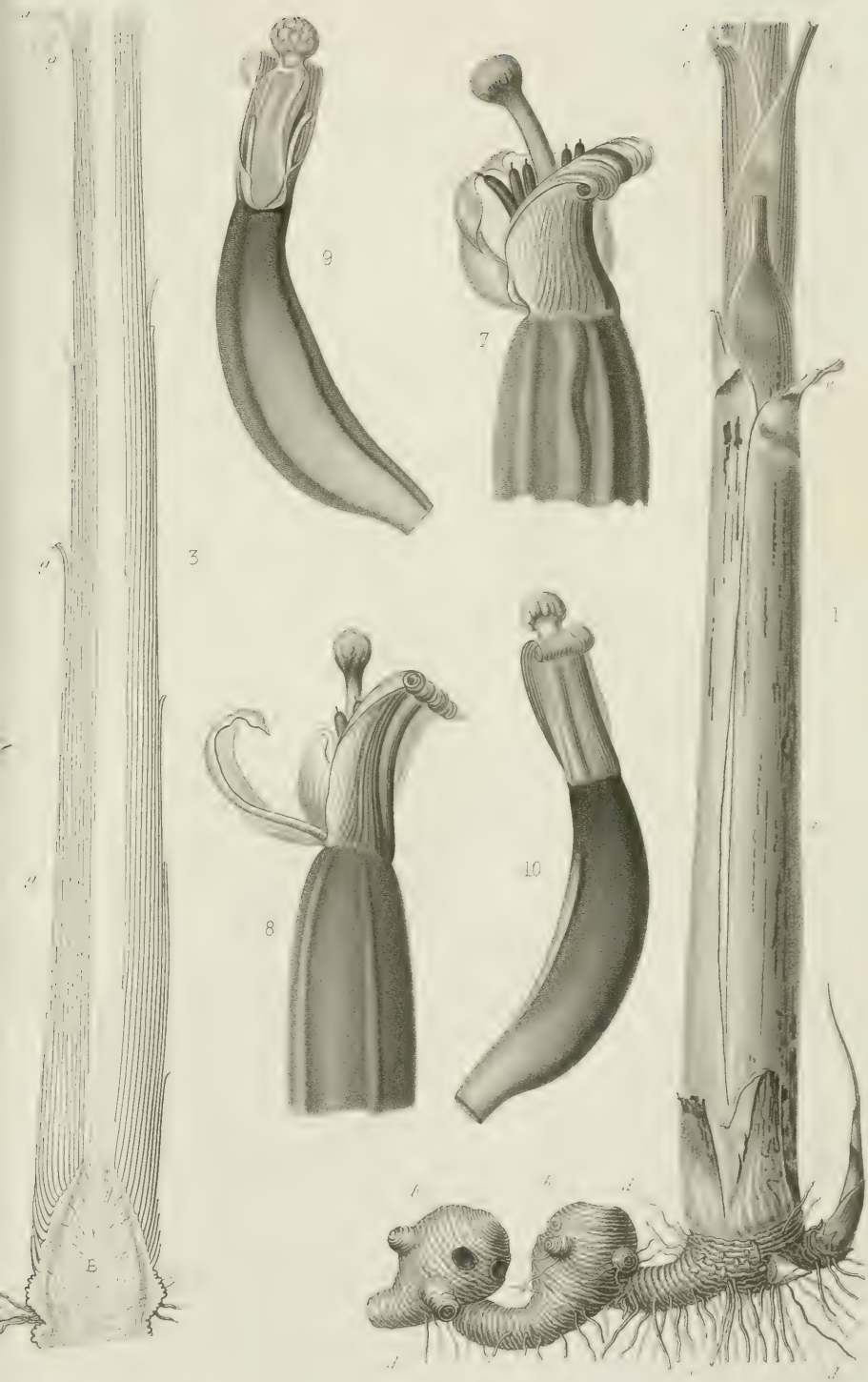


E. Morau sc.

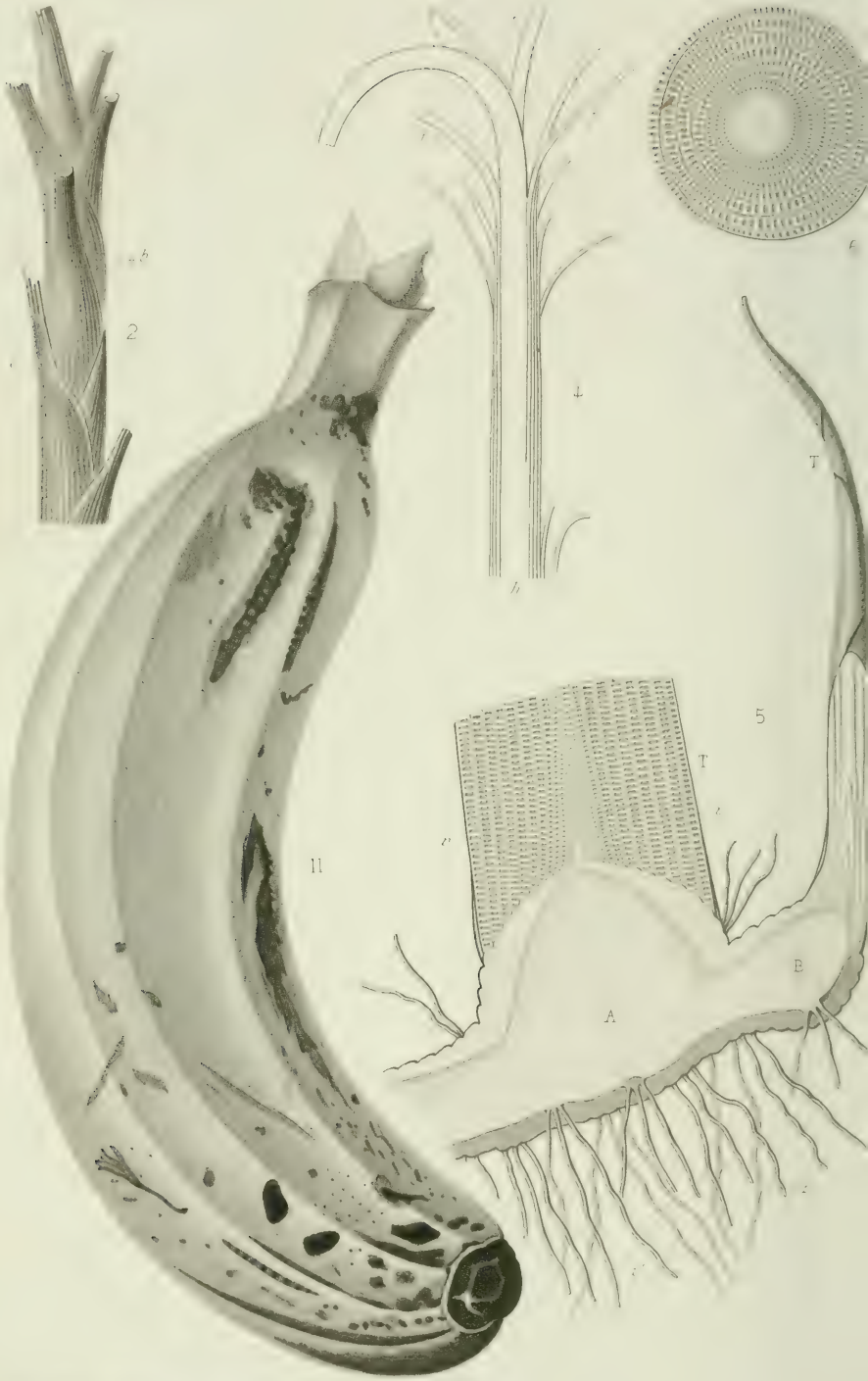
Paris Lith. Lemercier & Cie

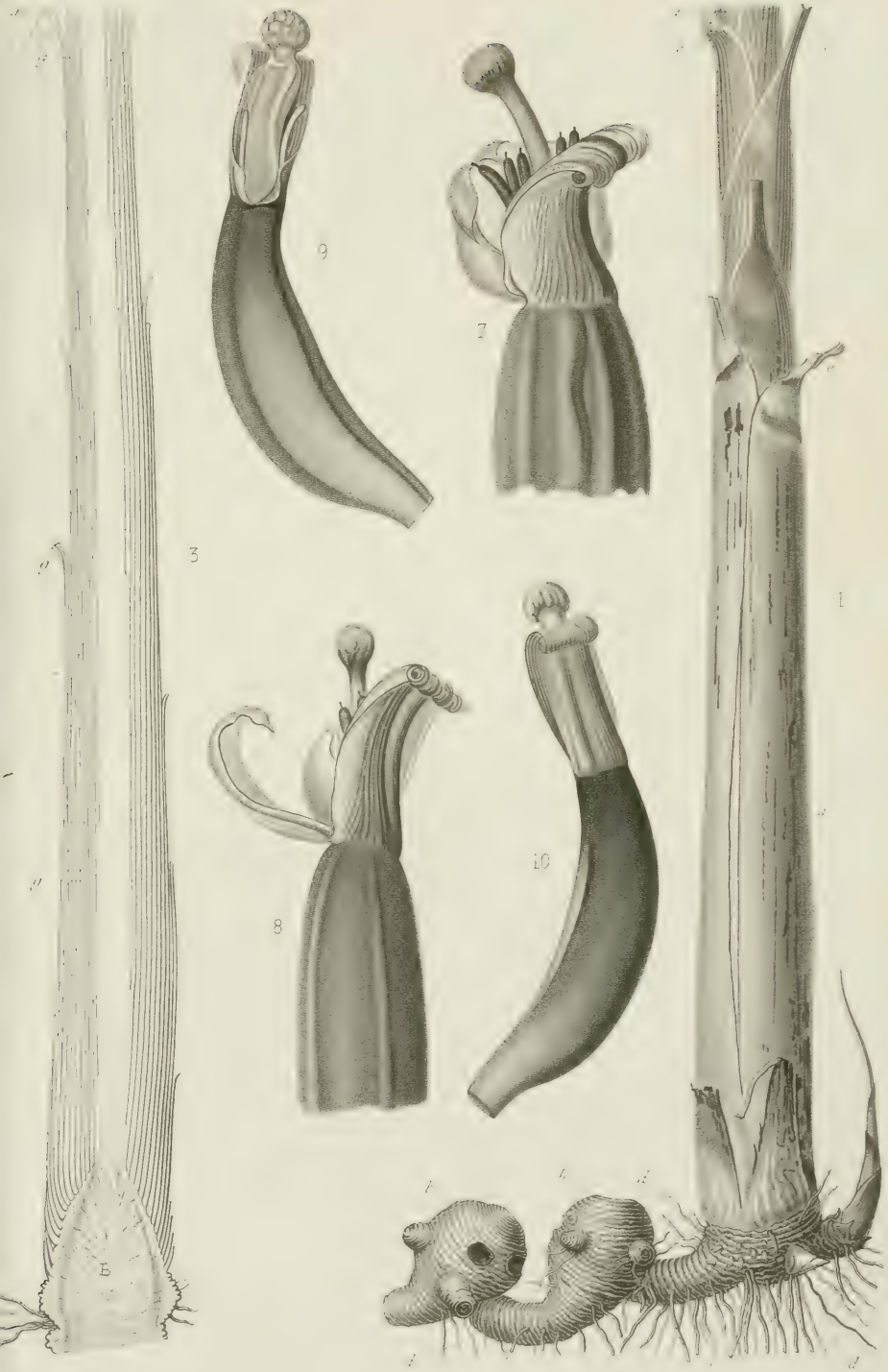
L. COURCHET — LES GALLES DU TÉRÉBINTHE


2
4
5
T
A
B

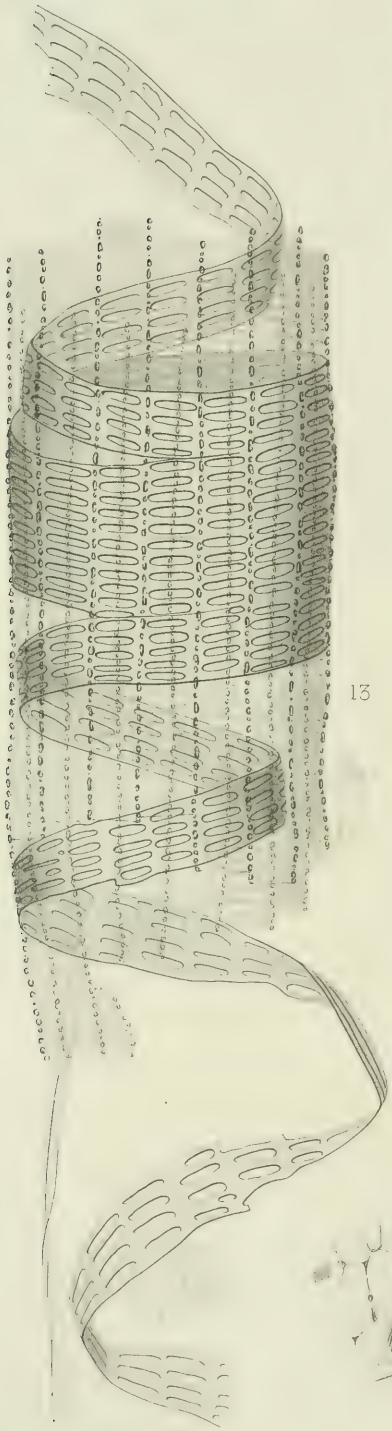


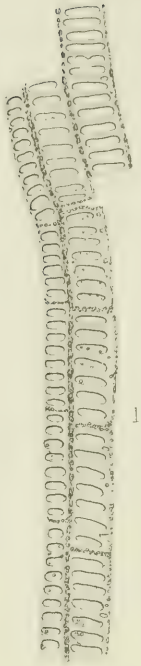
JE LE PANANIER

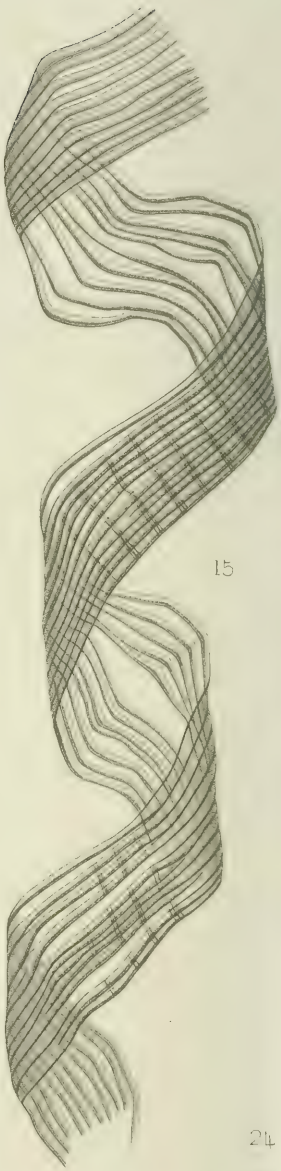

2
4
5
T
T
11
A
B

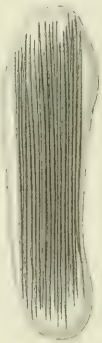


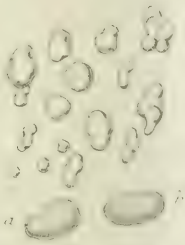
SUR LE PANANIER





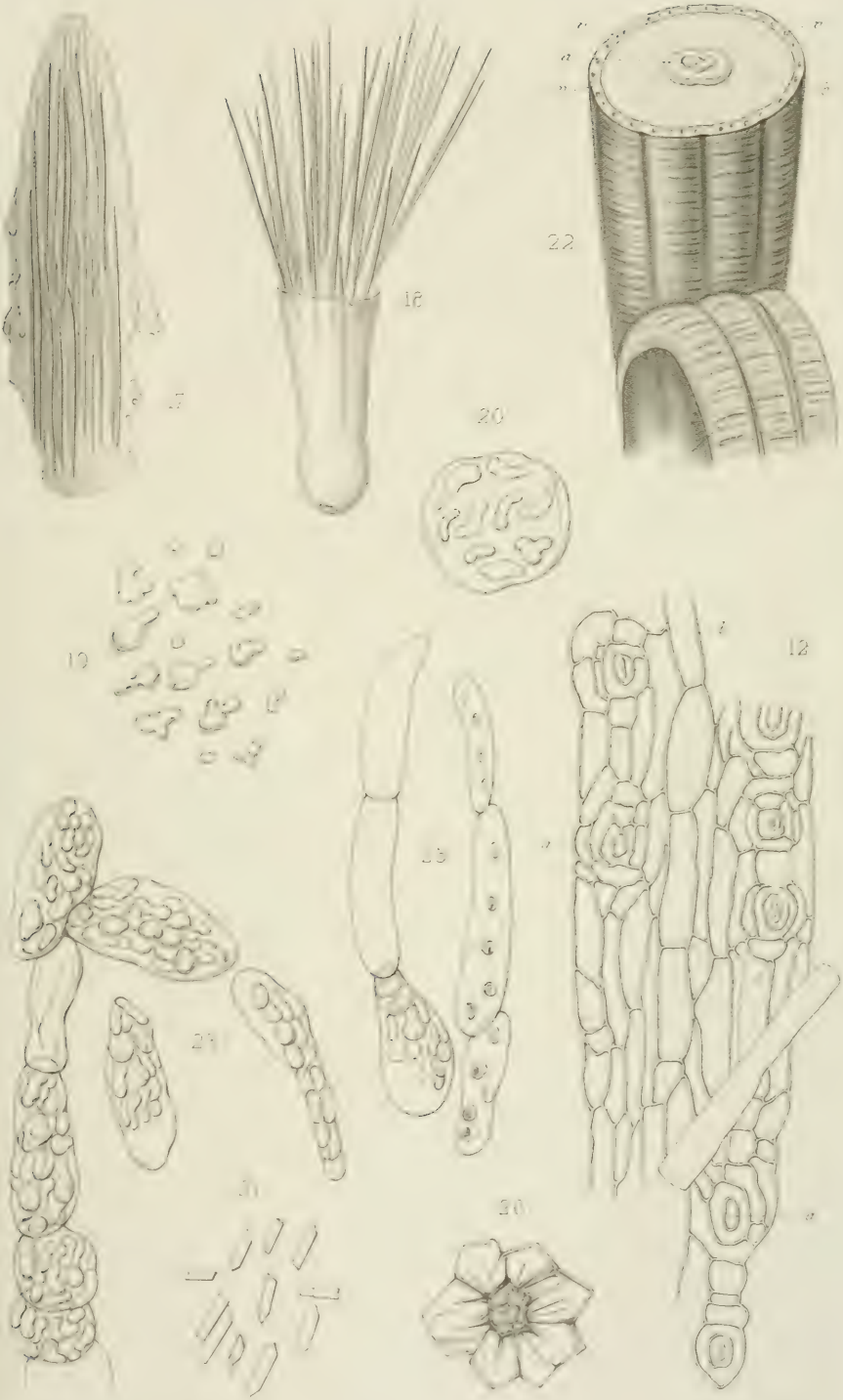




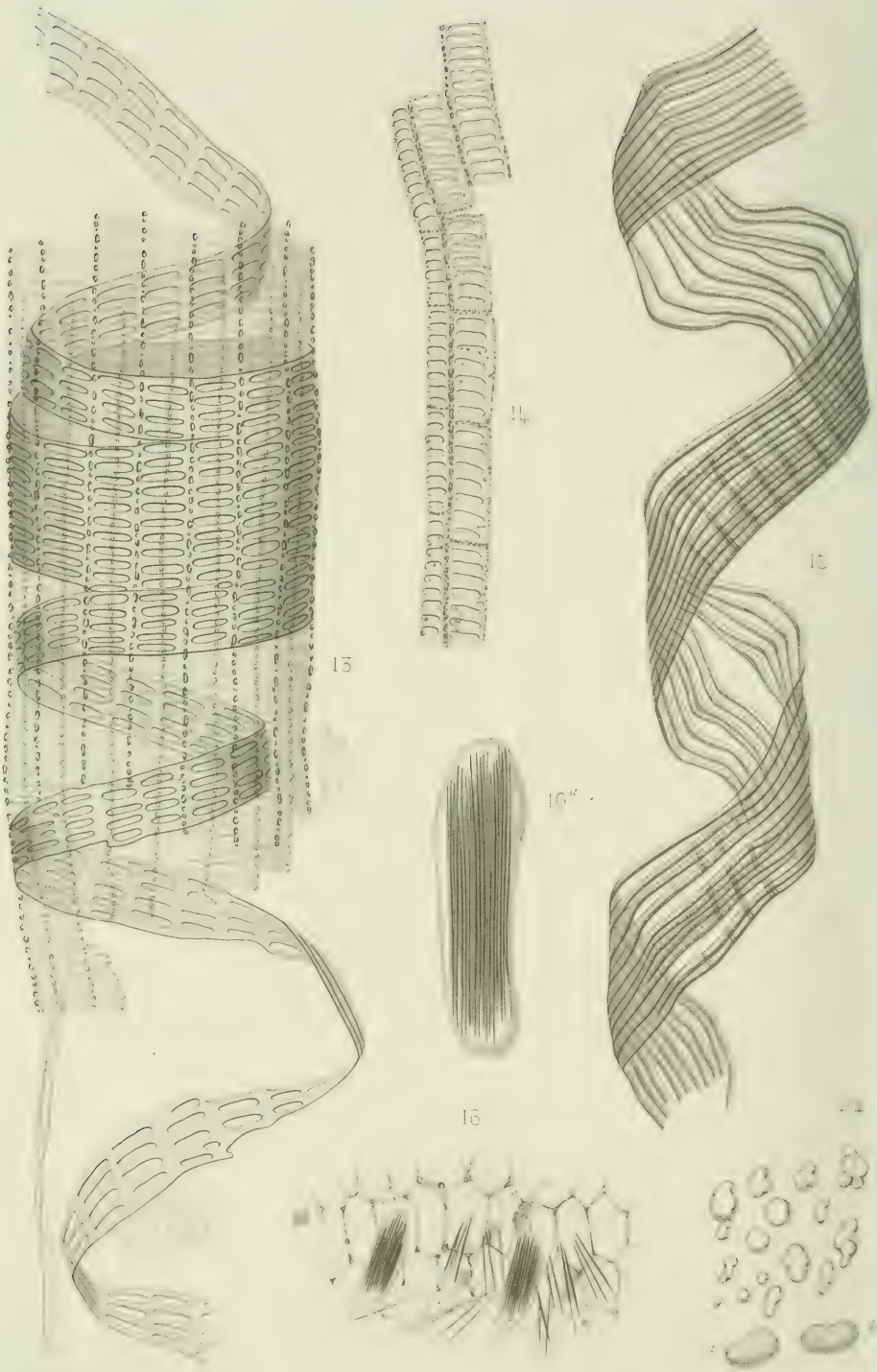


A.R. Delile et N. Joly del.

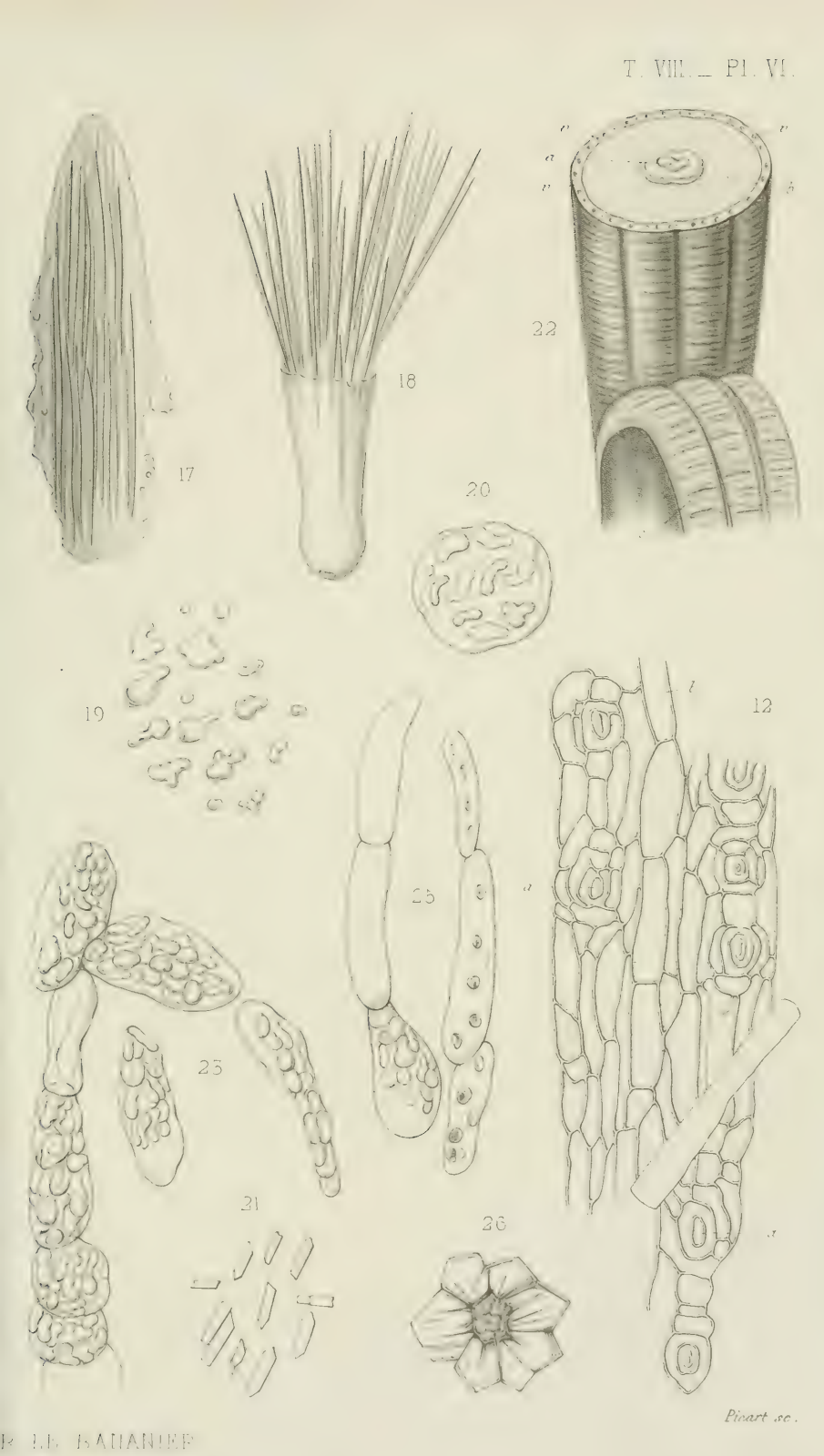
N. JOLY . ÉTUDE

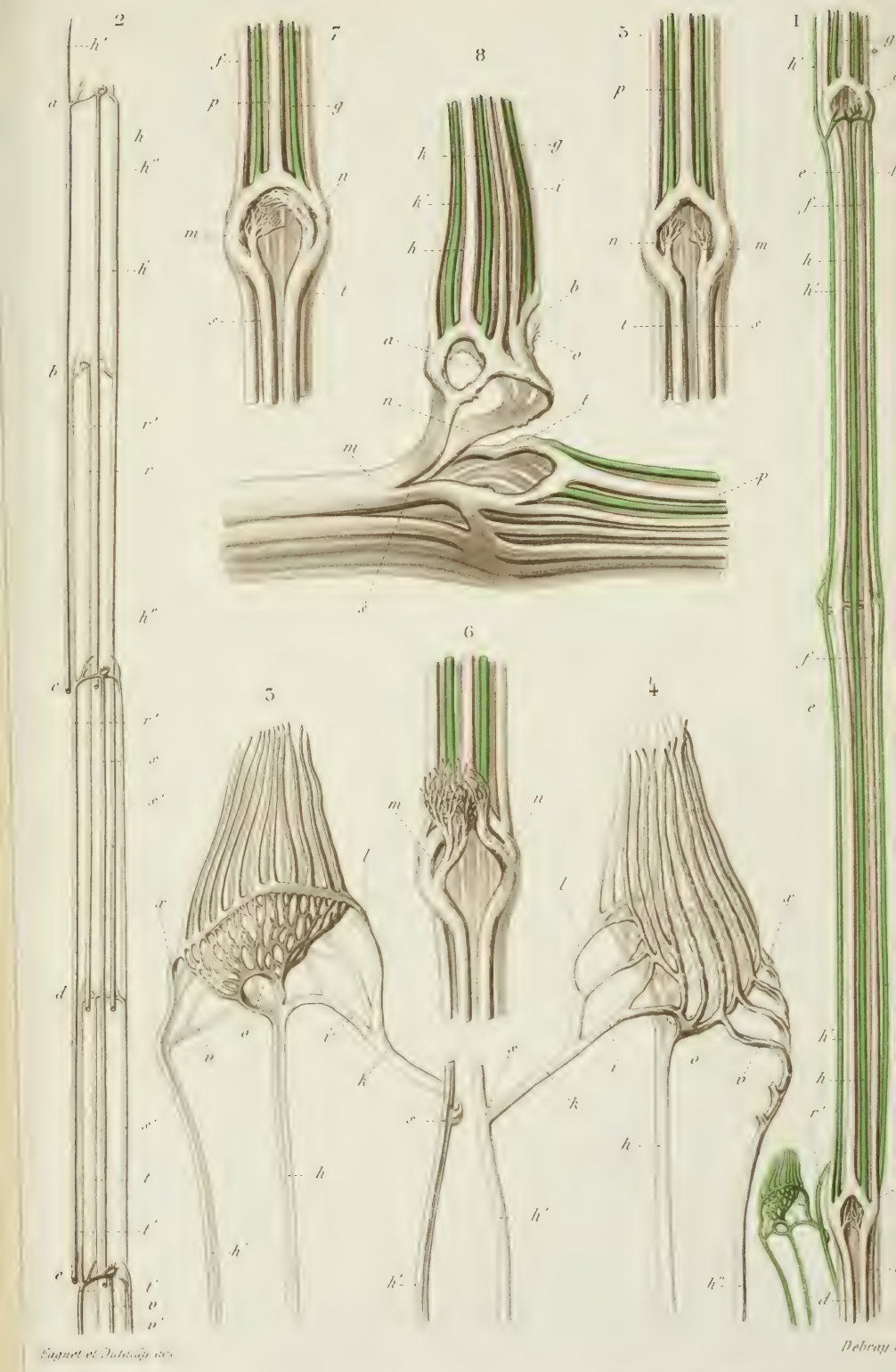


Picart sc.



A.R. Delle et H. Joly del.

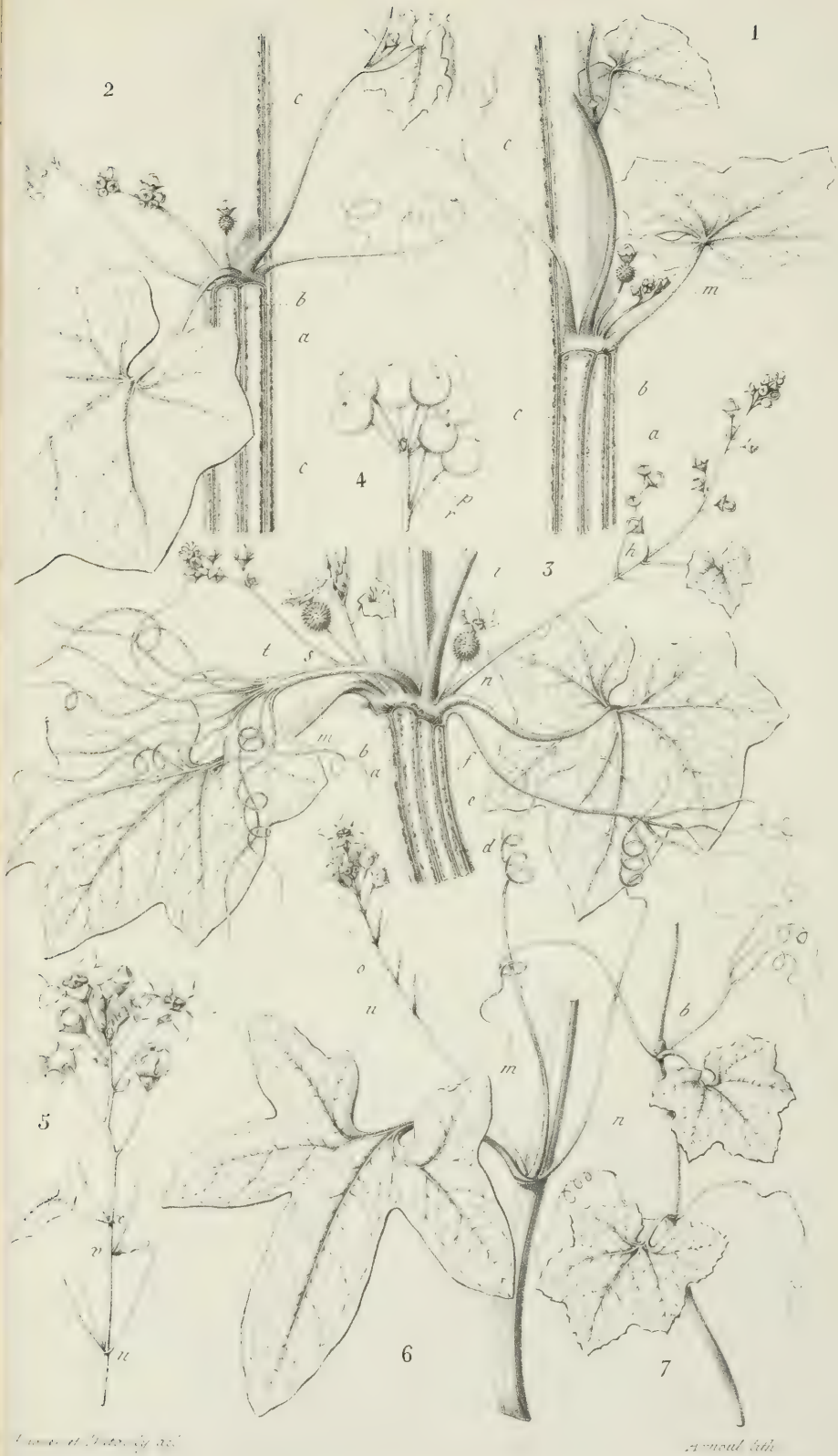

17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
12
Pivart sc.



C. DUTAILLY — RECHERCHES ANATOMIQUES ET ORGANOGÉNIQUES SUR LES CUCURBITACÉES ET LES PASSIFLORÉES.

Imp. Lemercier Paris

DUTAILLY — RECHERCHES ANATOMIQUES ET ORGANOGÉNIQUES
SUR LES CUCURBITACÉES ET LES PASSIFLORÉES.



G. DUTAILLY. RECHERCHES ANATOMIQUES ET ORGANOGÉNIQUES
SUR LES CUCURBITACÉES ET LES PASSIFLORÉES

HERMAPHRODISME. ANATOMIE, HISTOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL GÉNÉRATEUR DU ZONITES ALGIRUS.

Imp. Lemercier, Paris.

TRAS OS MONTES
MINHO
BEIRA
Vianna do Castello
Barcellos
BRAGA
Guimaraons
Pavóa de Varzim
PORTO
Penafiel
Villa Real
Chaves
BRAGANCA
Miranda do Douro
Zamora
Douro
Salamanque
Rio Lamego
Peso de Regoa
Ovar
Aveiro
Vizeu
Guarda
COIMBRA
Cap Mondego
Figueira da Foz
Sierra da Estrella
Sierra de Gata
Sierra de Gredos
Covilha
Sabugal
Penamacor
Plasencia
Plombal
Leiria
CASTELLO BRANCO
Proenca a Nova
Villa Velha de Rodaa
Alcantara
Garrovillis
Cec'avin
Tejo
Sra de la Culebra
Tuy
Minho
Rio Tormes
Rio Agueda
Fundao
Castello Novo
Batalha
Thomar
Montalvão

Gravé par E. Morieu v de Bréa 23 Paris

J. da SILVA — MONUMENTS MÉGALITHIQUES DU PORTUGAL

TRAS OS MONTES
MINHO
BEIRA
Vianna do Castello
Barcellos
BRAGA
Guimaraons
Fafe
Pavóa de Varzim
PORTO
Penafiel
Villa Real
Chaves
BRAGANCA
Miranda do Douro
Zamora
Douro
Salamanque
Rio Lamego
Penedona
Ovar
Feira
Sobrada
Arouca
Cambra
S. Pedro do Sul
Vizeu
Aveiro
Mangoalde
Nellas
Guarda
Sabugal
COIMBRA
Cap Mondego
Figueira da Foz
Sierra da Estrella
Covilha
Penamacor
Sierra de Gata
Sierra de Gredos
Plasencia
Cec'avin
CASTELLO BRANCO
Proenca a Nova
Villa Velha de Rodaa
Alcantara
Garrovillis
Tejo
Plombal
Leiria
Batalha
Thomar
Montalvão

Gravé par F. Morieu rue de Bréa 25 Paris

J. da SILVA — MONUMENTS MEGALITHIQUES DU PORTUGAL.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00259 7522